

Test av olika naturgeografiska indelningar av sjöar och vattendrag till Sveriges vattenmiljö

Hur kan vattenkvaliteten illustreras så rättvist som möjligt?



Lars Sonesten

SLU, institutionen för vatten och miljö: Rapport 2018:2

Jämförelser av olika naturgeografiska indelningar av Sveriges sjöar och vattendrag

Sammanfattning

Tre olika naturgeografiska indelningar av sjöar och vattendrag har undersökts som komplement till att dela in vattnen efter "havsbasäng" och huvudavrinningsområden. Detta för att på ett så rättvist sätt som möjligt kunna illustrera vattenkvalitetens variationer i tid och rum enligt konceptet "från-källa-till-hav" på den kommande webbtjänsten Sveriges vattenmiljö. Denna webbtjänst skall ersätta de tidigare tryckta rapporterna Havet och Sötvatten. Undersökningen har gjorts på vattenkemiska- och -fysikaliska data, samt på växtplanktondata från datavärdskapet för sjöar och vattendrag.

De tre naturgeografiska indelningarna som har utvärderats är de sju limniska ekoregionerna, Illies tre ekoregioner, samt en indelning baserad på vatten ovan trädgränsen, mellan trädgränsen och högsta kustlinjen, samt under densamma. De vattenkemiska parametrar som har undersökts är totalfosfor, vattnets konduktivitet, alkalinitet och vattenfärgen mätt som absorbans, medan den växtplankton-parameter som undersökts är totalbiomassan.

Den största skillnaden i resultat mellan de tre naturgeografiska indelningarna är generellt sett hur de hanterar skillnader i vattenkvalitet i den sydligaste delen av landet. De limniska ekoregionerna delar där in vatten på det småländska högländet och mer låglänta områden närmare kusten, medan de övriga två indelningarna inte klarar denna separation. Det finns överhuvudtaget endast en ekoregion enligt Illies i hela den södra delen av landet ungefär söder om Dalälven, medan indelning efter högsta kustlinjen ger ett mindre logiskt resultat. Det senare beror på att merparten av bland annat Skåne har legat över den högsta kustlinjen, vilket gör att denna indelning inte fungerar att särskilja på de olikheter som föreligger med avseende på vattenkvaliteten beroende på nuvarande höjd över havet. De limniska ekoregionernas bättre hantering av vattensystemen i den södra delen av landet talar för att denna indelning är mest lämpad.

Tillgången på data är inte jämnt fördelad över landet vare sig över tid eller i rummet. Eftersom tillgången på dataunderlag är sämre för tidiga år, men ökar kraftigt över tid och att en ojämn datatillgång har visats ge oönskade effekter på tidsutvecklingen av vattenkvaliteten, så föreslås att endast utvalda stabila och representativa tidsserier väljs ut för att spegla vattenkvalitetens variationer i landet. För de mer datamässigt omfattande vattenkemiska och -fysikaliska parametrarna föreslås en indelning baserad på, i dess största upplösning, huvudavrinningsområden och de limniska ekoregionerna. För kustområdena mellan dessa HARO:n föreslås en aggregering av samtliga mellanliggande kustområden per "havsbasäng".

För de mindre omfattande biologiska parametrarna föreslås aningen samma upplägg som för vattenkemin, vilket i så fall skulle innebära en hel del områden som inte kommer att kunna uppvisa några tidsserier eller så bör indelningen endast omfatta "havsbasängerna" och de limniska ekoregionerna, dvs huvudavrinningsområdenas finare indelning utnyttjas inte på grund av den mindre tillgången på data.

Bakgrund

Tillståndet i den svenska vattenmiljön och dess utveckling över tiden skall framöver samlas och redovisas enligt konceptet "från-källa-till-hav". Detta innebär en samlad digital redovisning av såväl våra inlandsvatten som våra kust- och havsområden. Rapporteringen kommer att ske i form av en webbtjänst under HaV:s huvudmannaskap, vilken kommer att ersätta de tryckta rapporterna Havet och Sötvatten som inte kommer att utges fr.o.m. 2018. Den övergripande målsättningen med Sveriges vattenmiljö är att presentera miljöövervakningen och tillståndet i Sveriges vattenmiljö på webben på ett interaktivt och lättförståeligt sätt, och utgå från konceptet "Från källa till hav". Presentationen baseras på information från miljöövervakningen. En prototyp till de marina delarna i webbtjänsten finns tillgänglig (<http://havsmiljo.se.preview.i8t.com>), men den behöver anpassas och fyllas ut för att även passa rapporteringen kring våra inlandsvatten. Tjänsten kommer att dels omfatta grafiska illustrationer av vattenkvaliteten kopplad till olika delar av landet, men även ha olika artiklar av fördjupningskaraktär där man kan få veta mer om olika delar av vår akvatiska miljö.

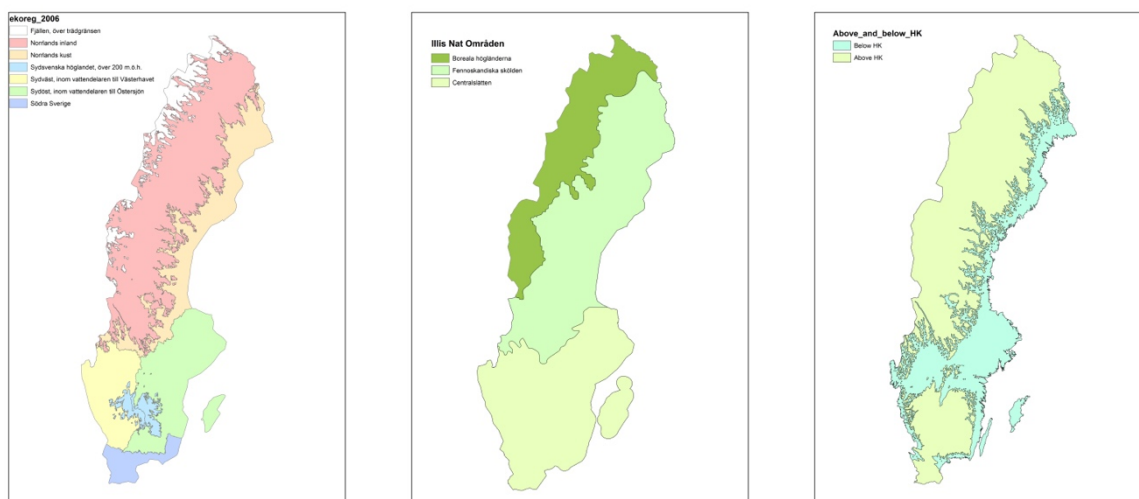
Vid en workshop i oktober 2017 kring uppbyggnaden av sötvattensinnehållet i den samlade rapporteringen framkom att det finns ett stort behov av att kunna testa hur olika geografiska indelningar kan hjälpa till att förmedla en rättvis bild av tillståndet i våra sötvatten. Förslag som framfördes var bland annat huvudavrinningsområden i kombination med någon form av ekoregioner. Preliminära resultat från föreliggande arbete diskuterades i ett uppföljande webb-möte i början av februari 2018. Resultaten från dessa diskussioner har i möjligaste mån inarbetats i det slutgiltiga arbetet med rapporten.

Syftet med detta arbete är att testa hur olika geografiska indelningar av sötvattensdata kan hjälpa till att förmedla en så rättvis bild av tillståndet i våra sötvatten som möjligt, utan att för den skull överlappa syfte och innehåll hos vattenförvaltningens databas VISS. Detta skulle ge en mer generaliserad bild av hur en uppdelning enligt exempelvis rapporteringstypologin skulle illustrera tillståndet. Utgångspunkten har varit den ovan nämnda prototypen över övervakningen av våra kust- och havsområden som har tagits fram av havsmiljöinstitutet, där huvudindelningen är våra havsbassänger. Denna indelning är inte naturlig för våra inlandsvatten och den bör kompletteras med någon form av geografisk indelning som bättre illustrerar inlandsvattnens naturliga variationer. De indelningar som här har undersökts är de limniska ekoregionerna (enligt NFS 2006:1), Illies ekoregioner (<https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/ecoregions-for-rivers-and-lakes>) och en kombination av gränser bestående av högsta kustlinjen och trädgränsen (figur 1). Samtliga dessa delar med olika generaliseringar in landet i olika ekoregioner där den alpina miljön, samt skogs- och jordbrukslandskapet är huvudkomponenterna.

Detta arbete är begränsat till att endast omfatta de provplatser inom datavärdskapet för sjöar och vattendrag som fanns tillgängliga i Miljödata-MVM vid slutet av 2017. Resultaten förutsätts vara gångbara även för resultaten från övervakningen av fisk och miljögifter, medan grundvattensövervakningen kan behöva ytterligare anpassningar då dessa vattensystem inte nödvändigtvis följer de gränser som skiljer avrinningsområden för våra ytvatten. Dessa system är inte heller lika påtagligt påverkade av de klimatförändringar och den naturliga succession som sker i exempelvis våra vattendrag från fjällvärlden via skogsområden, vidare ut i slättlandskapet på vägen till havet.

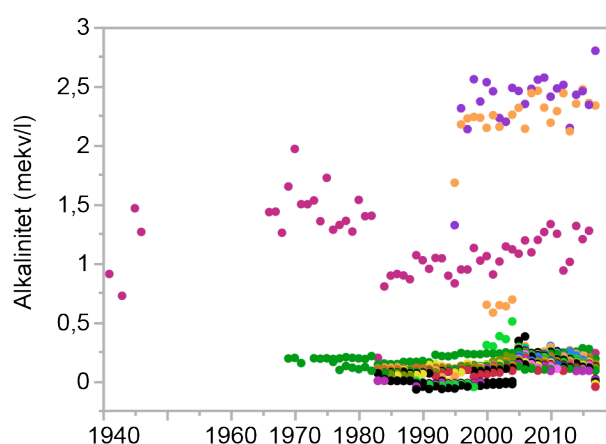
Hur visas den svenska vattenkvaliteten i våra sjöar och vattendrag på ett rättvist sätt?

För att kunna besvara denna fråga måste vi först klargöra vad som menas med ett rättvist sätt. Huvudtesen i detta arbete är att kunna skildra skillnaderna i vattenkvalitet som orsakas av den ovan nämnda naturliga förändringen i vattenkvalitet och i klimatpåverkan på vattnet och däri levande organismer under dess färd från källan till mynningen vid kusten. Även variationen i kvalitet under vattnets resa från källan till havet är viktigt att få med i utvärderingarna.

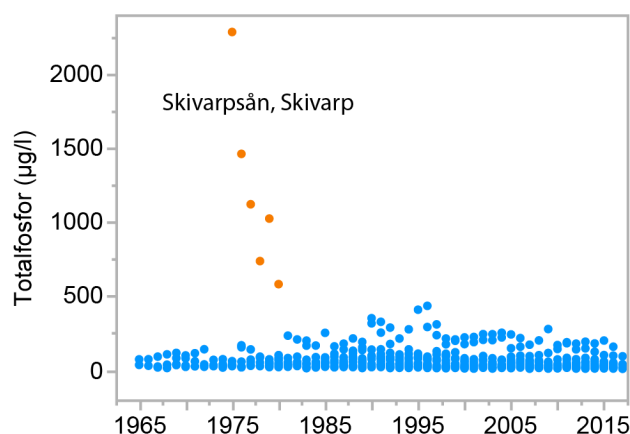


Figur 1. De tre geografiska indelningar av landet (limniska ekoregioner, Illies ekoregioner, samt områden över trädgränsen, under högsta kustlinjen och området däremellan) som har använts för att försöka täcka in naturliga variationer i vattnets kemiska sammansättning och klimatets påverkan. För kombinationen med trädgränsen och högsta kustlinjen har den limniska regionen "Fjällen ovan trädgränsen" använts tillsammans med kartan längst till höger.

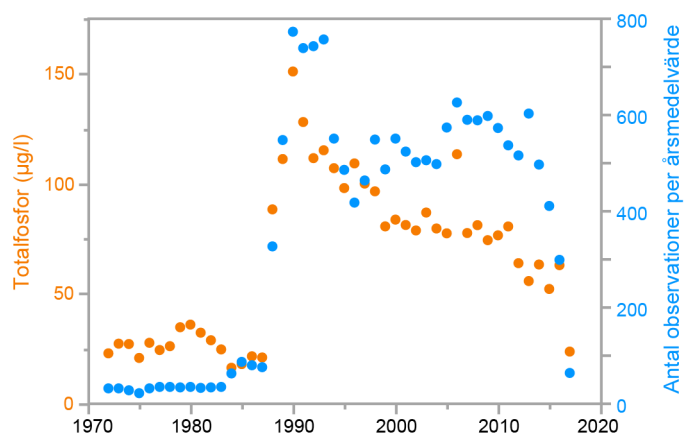
Till exempel kan det vara stora variationer i mängden lösta joner i vattnet på olika provplatser inom ett större avrinningsområde (figur 2). Med en rättvis bild menas även att påverkan från enskilda observationer bör vara så liten som möjligt, utan det är de generella mönstren som är av intresse och hur dessa förändras över tiden (figur 3). Det senare ställer stora krav på underliggande datamaterial om arbetet skall automatiseras så långt det är möjligt för att dels minimera resursåtgången för manuellt arbete, men också för att möjliggöra ett snabbare flöde från insamling av data till färdig publikation i webbtjänsten. Ett viktigt beslut är att bestämma om vilken datamängd som skall ligga till grund för att illustrera vattenkvaliteten och hur den förändras över tiden, dvs skall alla tillgängliga data inkluderas eller skall endast representativa delmängder tas med. Förändringar i underliggande datapopulation kan få oönskade konsekvenser när tidsserier tas fram, vilket kan skapa oklarheter i hur vattenkvaliteten egentligen varierar över tiden (figur 4).



Figur 2. Alkaliniteten varierar mycket mellan olika vattensystem inom avrinningsområdet till Kattegatt, medan mellanårsvariationen inom de olika systemen förefaller vara mindre. Varje enskilt HARO har en egen färg.



Figur 3. Effekter av enskilda kraftigt avvikande observationer. Exempel med totalfosfor inom kustområde 89-90 inom Södra Östersjöns vattendistrikt. Den kraftigt nedåtgående trenden i Skivarpsån 1975-1980 skulle kunna bero på exempelvis installation av ett avloppsreningsverk eller annan åtgärd uppströms provplatsen.



Figur 4. Exempel på vad som kan ske vid ökat antal observationer under en tidsserie. Antalet provplatser (blått) inom den limniska ekoregionen "6" i avrinningsområdet till Skagerrak ökade från total drygt 200 fram till 1988 till att totalt omfatta knappt 300 under perioden därefter. Det ökade antalet observationer och provplatser har lett till en nivåhöjning av medelhalten av totalfosfor (orange).

Jämförelser mellan olika naturgeografiska indelningar av den vattenkemiska kvaliteten för sjöar och vattendrag

Tre olika geografiska indelningar har testats i detta arbete för att i kombination med huvudavrinnings- och kustområden dela in sjöar och vattendrag i rimligt stora områden. Variationen i den vattenkemiska kvaliteten illustreras sedan för att försöka utröna om någon naturgeografisk indelning förefaller generellt sett fungera bättre än de andra. Avsnittet är indelat i två delar där det i den första ingår olika jämförelser med totalfosfor, konduktivitet, alkalinitet och vattenfärgen (mätt som vattnets absorbans vid 420 nm på filtrerat prov). De tre första parametrarna är olika mått som bland annat beror på naturlig erosion och urlakning av marken där de jonfattigaste och näringsfattigaste vattnen generellt förutses förekomma längst upp i vattensystemet, medan med tilltagande erosion och urlakning så tillförs vattnet joner och näringsämnen under dess väg ut mot havet. Detta generella mönster bör gå att kunna urskönjas genom en naturgeografisk indelning som tar detta i

beaktande. Vattenfärgen däremot orsakas till stor del genom tillförsel av humusämnen, järn och mangan från skogs- och våtmarker. Samtliga parametrar är viktiga faktorer som på ett eller flera sätt påverkar vattenkvaliteten och de organismer som lever i våra ytvatten.

Analyserna utfördes enbart på ytvattenprov, vilket i detta fall omfattar djup mindre än 3. Detta för att kunna få med prov tagna under isen, vilket speciellt i den norra delen av landet kan innebära prov tagna på 2 m djup under riktigt kalla vintrar med tjocka isar. Mer än 97% av proverna är ändå tagna på max 1 m djup. I framtida utvärderingar skulle denna högre djuptolerans dock kunna förfinas och enbart gälla t ex våra två nordligaste vattendistrikt, medan ett mindre provdjup tolereras i den södra delen. Även större djup under vintertid kan vara ett sätt att få med dessa prov, men att undvika att bottennära prov från grunda sjöar tas med. I denna redovisning koncentreras på tidsserier med data från minst fem år för att minska inflytandet av enstaka provtagningskampanjer och andra typer av kortvariga insatser och därigenom erhålla en högre stabilitet i tidsserierna. Parallellt har även samtliga data testats, men den slumpartade påverkan det innebär att inkludera dessa kortvariga insatser har inte bedömts vara en framkomlig väg och därför har dessa exkluderats från denna rapport. Detta innebär att endast drygt 3 500 provplatser med vattenkemi av totalt strax över 14 000 har använts i utvärderingen, vilket starkt påverkar den geografiska upplösningen i data, men det ger å andra sidan ett mer stabilt utfall i tidsserierna. Om brytpunkten istället hade lagts vid åtta eller tio år långa tidsserier, så hade den ingående datamängden begränsats än mer (knappt 3 000 respektive knappt 2 700 provplatser).

Jämförelserna har delats upp i två delar där den första delen undersöker de olika indelningarnas effekter på tre olika områden, varav två är Bottenhavets och Södra Östersjöns vattendistrikt, medan det tredje området utgörs av avrinningsområdet till Kattegatt. Den andra delen undersöker hur de tre olika regionindelningarna påverkar bilden av vattenkvaliteten i fem olika huvudavrinningsområden spridda över landet. Dessa HARO:n är Skellefteälven (Bottenvikens vattendistrikt), Dalälven (Bottenhavets vattendistrikt), Norrström (Norra Östersjöns vattendistrikt), Mörrumsån (Södra Östersjöns vattendistrikt) och Göta älv (Kattegatt).

De två första redovisningsdelarna dvs med avseende på vattenkemin har genomgående samma färgkodning för de olika indelningarna. Av utrymmesskäl ges denna färgkodning endast nedan.

Limniska ekoregioner

- Fjällen över trädgränsen
- Norrlands inland, under trädgränsen över högsta kustlinjen
- Norrlands kust, under högsta kustlinjen
- Sydsvenska höglandet, söder om norrlandsgränsen, över 200 möh
- Sydväst, söder om norrlandsgränsen, inom vattendelaren till Västerhavet, under 200 möh
- Sydöst, söder om norrlandsgränsen, inom vattendelaren till Östersjön, under 200 möh
- Södra Sverige, Skåne, Blekinges kust och del av Öland

Illies ekoregioner

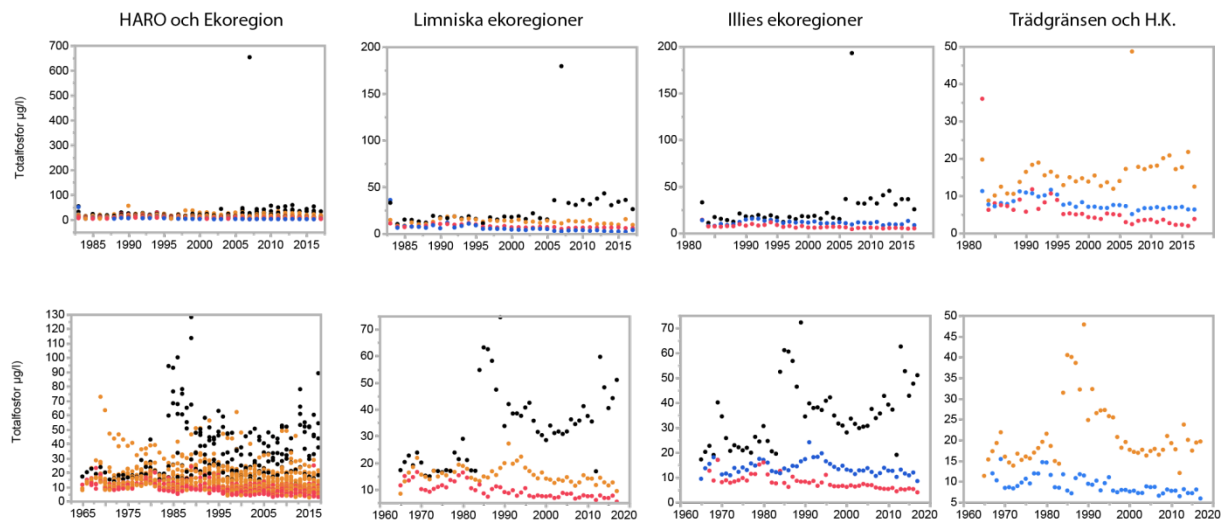
- Fennoskandiska skölden
- Boreala högländerna
- Centralslätten

Trädgränsen och högsta kustlinjen

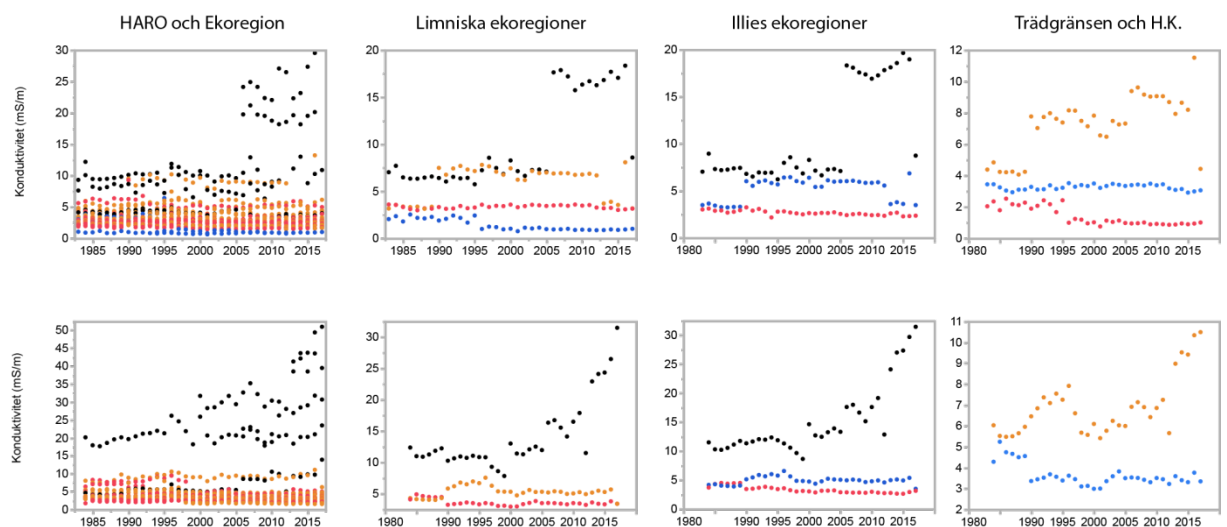
- Över trädgränsen
- Över högsta kustlinjen, under trädgränsen
- Under högsta kustlinjen

Jämförelser mellan olika naturgeografiska indelningar av den vattenkemiska kvaliteten för sjöar och vattendrag i tre "vattendistrikt"

1. Bottenhavet



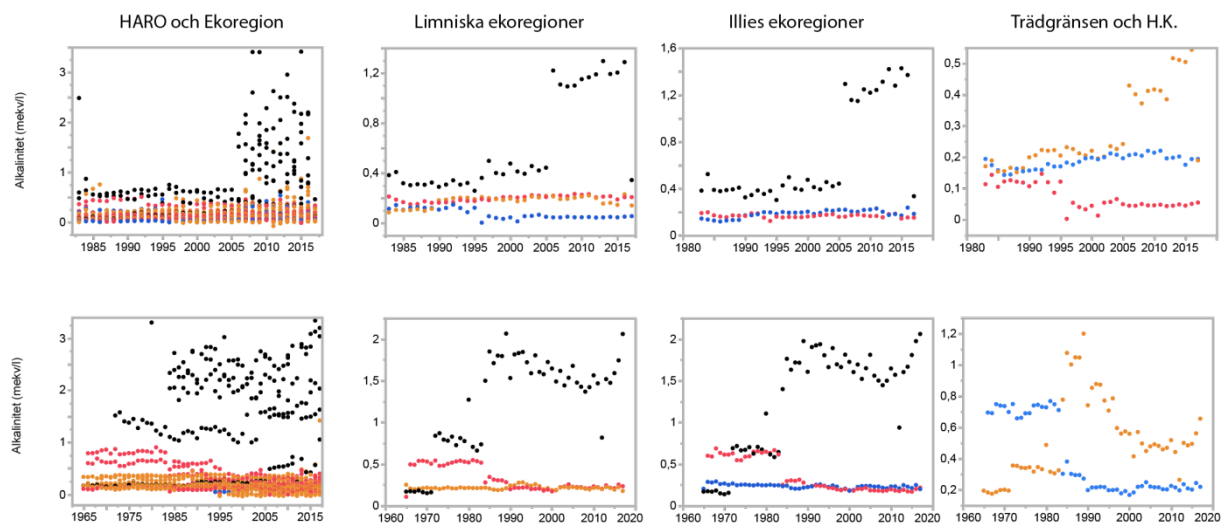
Figur 5. Årsmedelhalter av totalfosforhalter i sjöar (övre raden) och vattendrag (undre raden) inom Bottenhavets vattendistrikt. Årsmedelhalterna är uppdelade efter olika naturgeografiska indelningar, samt längst till vänster även medelhalten för de olika limniska ekoregionerna i respektive HARO.



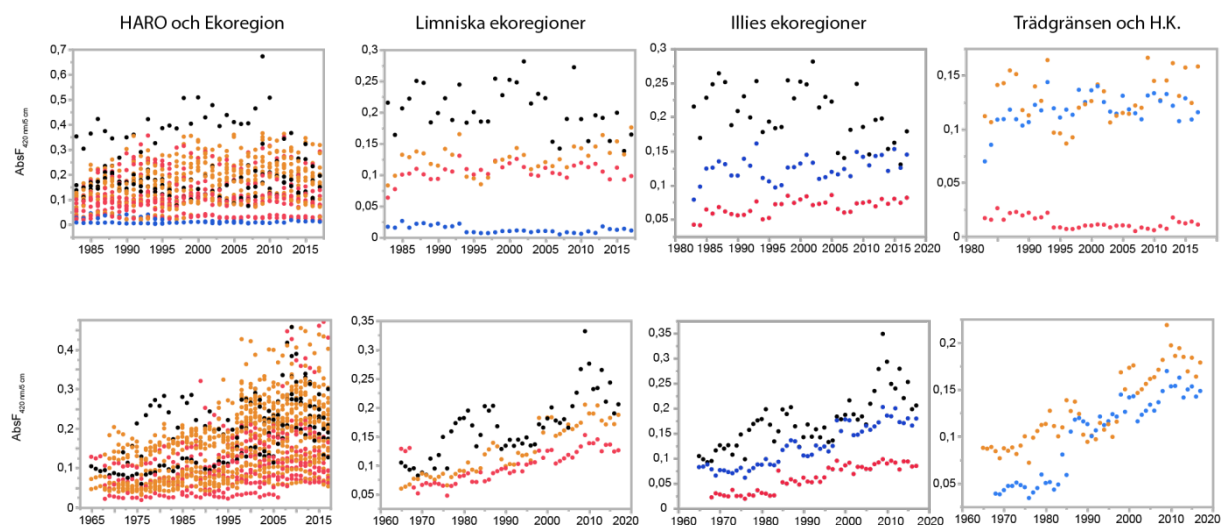
Figur 6. Årsmedelhalter av konduktiviteten i sjöar (övre raden) och vattendrag (undre raden) inom Bottenhavets vattendistrikt. Årsmedelhalterna är uppdelade efter olika naturgeografiska indelningar, samt längst till vänster även medelhalten för de olika limniska ekoregionerna i respektive HARO.

De olika naturgeografiska indelningarna ger ett likartat mönster för tidsutvecklingen med avseende på både totalfosfor (figur 5) och konduktiviteten (figur 6) för såväl sjöar som vattendrag inom Bottenhavets vattendistrikt. Däremot ger indelningen med trädgränsen (TG) och högsta kustlinjen (HK) en generellt sett lägre nivå på både totalfosforhalten och konduktiviteten. Det generella mönstret för totalfosforhalten i sjöar (figur 5, övre raden) påverkas dessutom av en enstaka kraftigt avvikande observation, vilket belyser vikten av homogena tidsserier. Samma indelning men för konduktiviteten

i sjöar är den mest avvikande av dessa delfigurer, där framförallt sjöarna under HK har ett avvikande mönster jämfört med de två olika ekoregionsindelningarna (figur 6, övre raden).



Figur 7. Årsmedelhalter av alkaliniteten i sjöar (övre raden) och vattendrag (undre raden) inom Bottenhavets vattendistrikt. Årsmedelhalterna är uppdelade efter olika naturgeografiska indelningar, samt längst till vänster även medelhalten för de olika limniska ekoregionerna i respektive HARO.

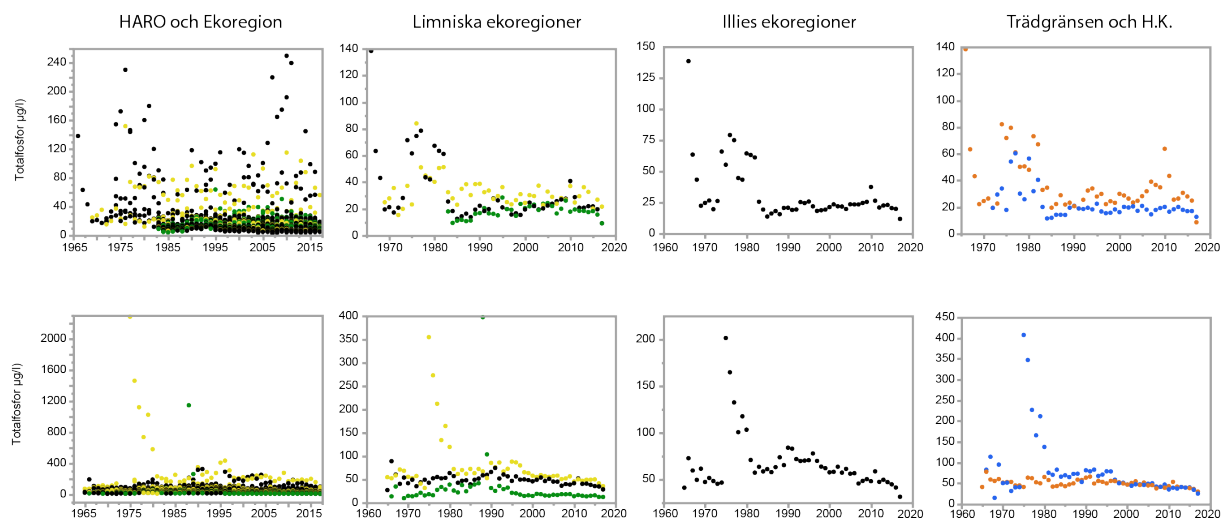


Figur 8. Årsmedelhalter av vattenfärgen ($AbsF_{420nm/5cm}$) i sjöar (övre raden) och vattendrag (undre raden) inom Bottenhavets vattendistrikt. Årsmedelhalterna är uppdelade efter olika naturgeografiska indelningar, samt längst till vänster även medelhalten för de olika limniska ekoregionerna i respektive HARO.

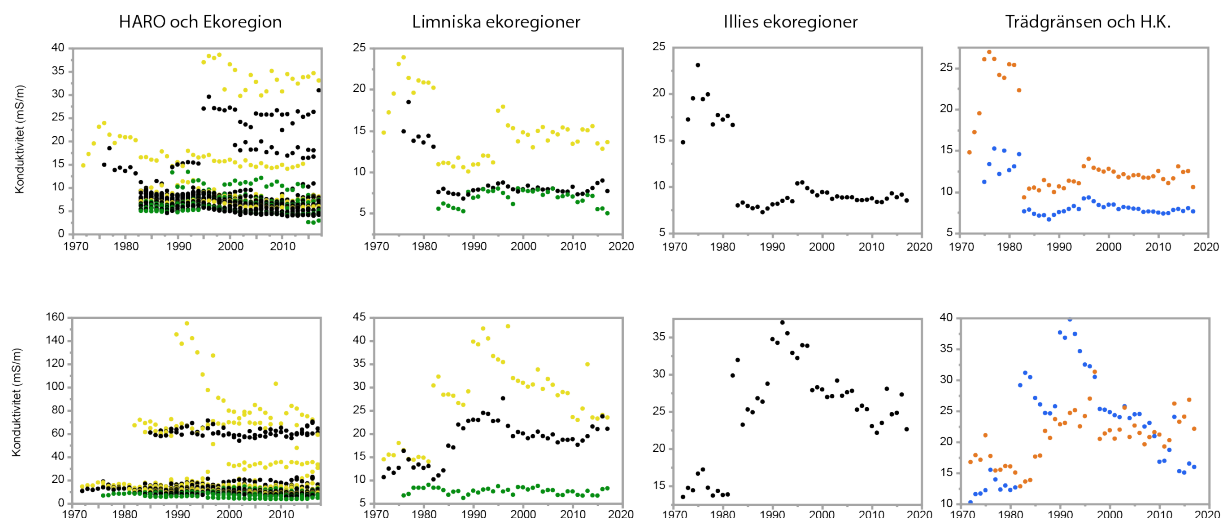
De olika ekoregionsindelningarna ger ett likartat mönster för tidsutvecklingen med avseende på både alkalinitet (figur 7) och vattenfärg (figur 8) för såväl sjöar som vattendrag inom Bottenhavets vattendistrikt. Däremot ger indelningen med trädgränsen och högsta kustlinjen en generellt sett lägre nivå på både alkaliniteten och vattenfärgen. Speciellt för alkaliniteten avviker även det generella mönstret gentemot de två ekoregionsindelningarna (figur 7). Även för vattenfärgen avviker framförallt sjöarna över TG med en avvikande låg nivå jämfört med de två övriga indelningarna, vilket förefaller orsakas

av att dessa är medelvärdet av de två grupper av högre och mellanhöga vattenfärger som separeras ut genom de två andra indelningarna (figur 8).

2. Södra Östersjön



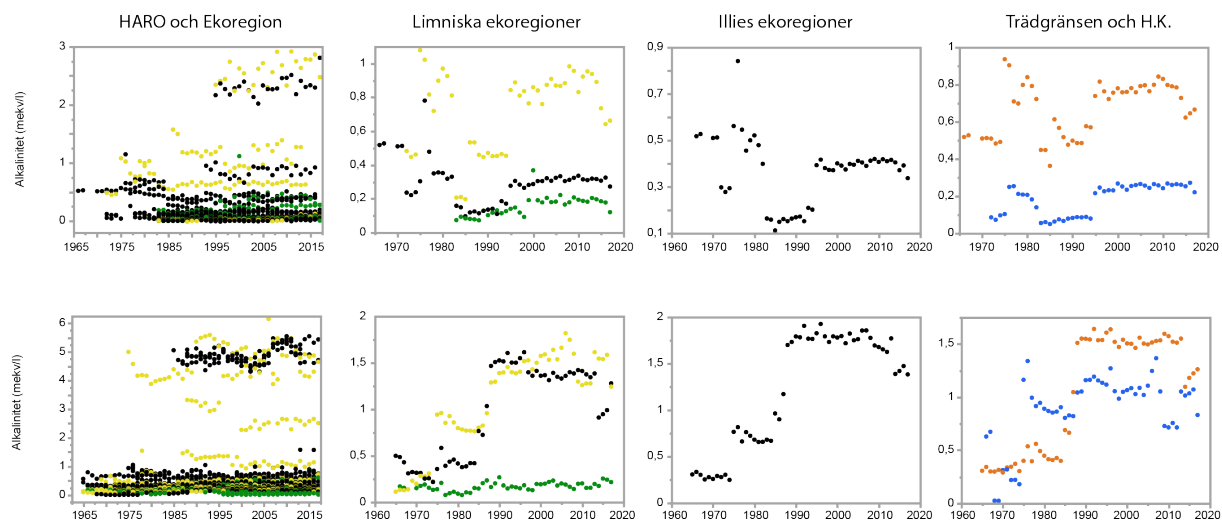
Figur 9. Årsmedelhalter av totalfosforhalter i sjöar (övre raden) och vattendrag (undre raden) inom Södra Östersjöns vattendistrikt. Årsmedelhalterna är uppdelade efter olika naturgeografiska indelningar, samt längst till vänster även medelhalten för de olika limniska ekoregionerna i respektive HARO.



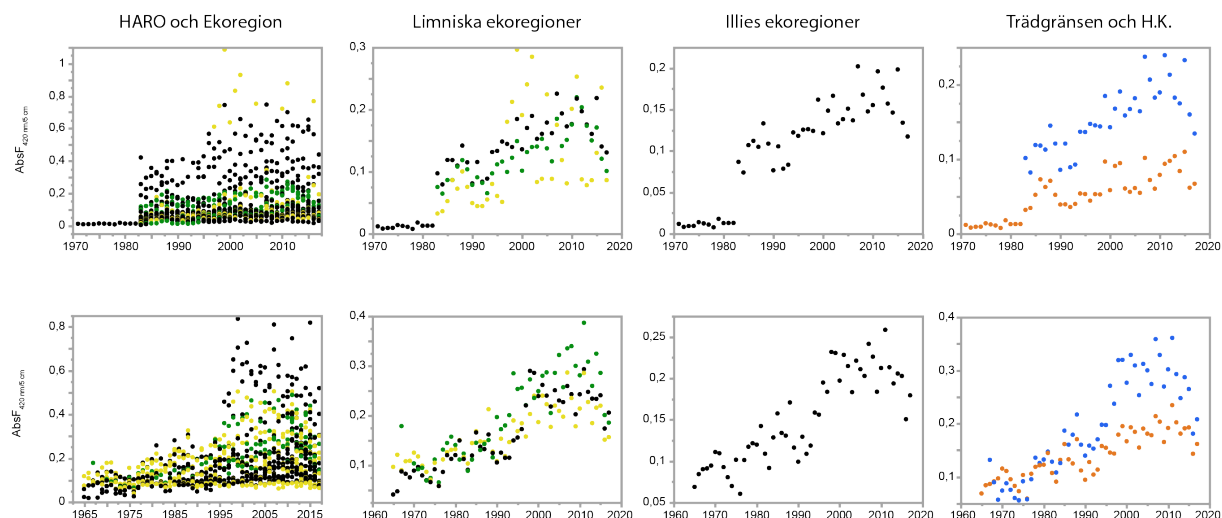
Figur 10. Årsmedelhalter av konduktiviteten i sjöar (övre raden) och vattendrag (undre raden) inom Södra Östersjöns vattendistrikt. Årsmedelhalterna är uppdelade efter olika naturgeografiska indelningar, samt längst till vänster även medelhalten för de olika limniska ekoregionerna i respektive HARO.

Indelningarna baserade på Illies ekoregioner, samt trädgränsen och högsta kustlinjen ger ett likartat mönster för tidsutvecklingen med avseende på totalfosfor (figur 9) och konduktiviteten (figur 10) för såväl sjöar som vattendrag inom Södra Östersjöns vattendistrikt. Däremot verkar dessa indelningar inte särskilja på de vatten med låga halter som är kopplade till de övre delarna av vattensystemen bland annat på det småländska, vilket däremot de limniska ekoregionerna gör. För konduktiviteten blir indelningen av vattendrag baserad på trädgränsen och högsta kustlinjen ologisk med högre konduktivitet i de mer höglänta områdena (figur 10, jämför kartan längst till höger i figur 1). Detta beror på hela Skåne klassas som över HK och de höga konduktiviteter är kopplade till några mindre

vattendrag nära havet i området Falsterbo/Skanör. Dessa höga konduktiviteter maskerar även de system med lägre konduktiviteter som framförallt de limniska regionerna, men i viss mån även indelningen efter HK klarar att särskilja.



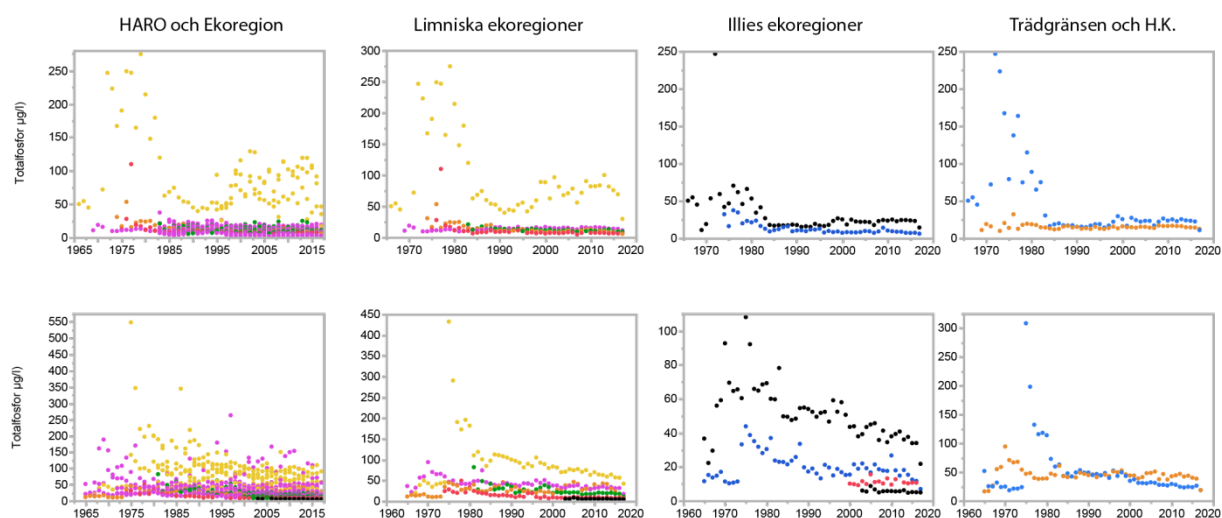
Figur 11. Årsmedelhalter av alkaliniteten i sjöar (övre raden) och vattendrag (undre raden) inom Södra Östersjöns vattendistrikt. Årsmedelhalterna är uppdelade efter olika naturgeografiska indelningar, samt längst till vänster även medelhalten för de olika limniska ekoregionerna i respektive HARO.



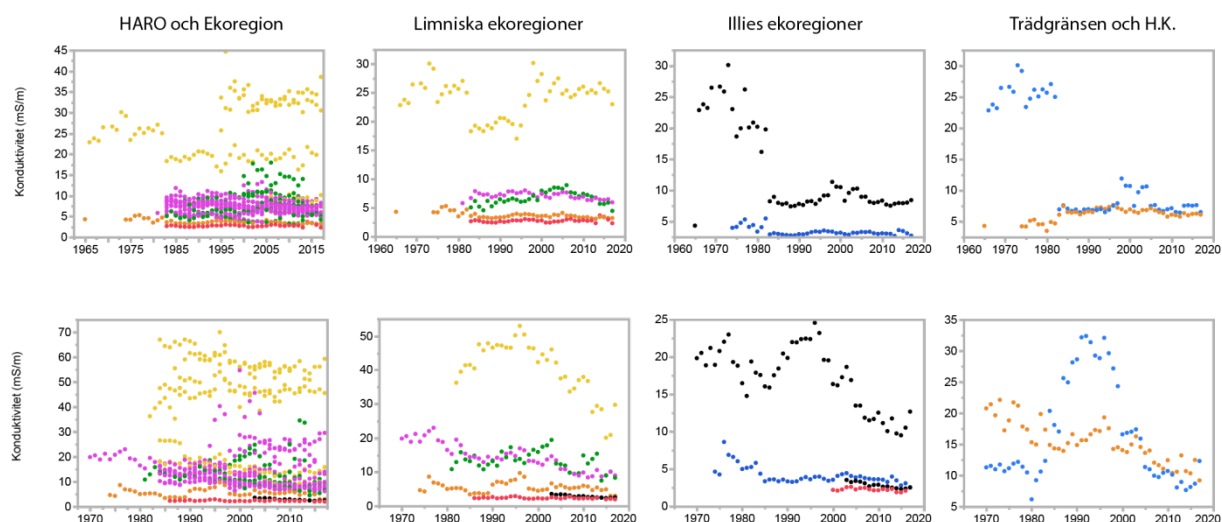
Figur 12. Årsmedelhalter av vattenfärgen ($AbsF_{420nm/5cm}$) i sjöar (övre raden) och vattendrag (undre raden) inom Södra Östersjöns vattendistrikt. Årsmedelhalterna är uppdelade efter olika naturgeografiska indelningar, samt längst till vänster även medelhalten för de olika limniska ekoregionerna i respektive HARO.

För alkaliniteten i sjöarna och vattendragen inom Södra Östersjöns vattendistrikt ger de tre olika indelningsmetoderna jämförelsevis stora skillnader för tidsutvecklingen (figur 11). De limniska ekoregionerna samt indelningen efter högsta kustlinjen särskiljer på 2-3 olika nivåer, speciellt för den senare delen av tidsperioden. För vattenfärgen ger de tre olika indelningarna ett mer enhetligt mönster, även om den limniska regionsindelningen och den som baseras på HK klarar att separera två olika nivåer, speciellt i den senare delen av tidsserien (figur 12). Detta gäller speciellt för vattenfärgen i sjöarna, medan separationen är mer diffus för vattendragen.

3. Kattegatt



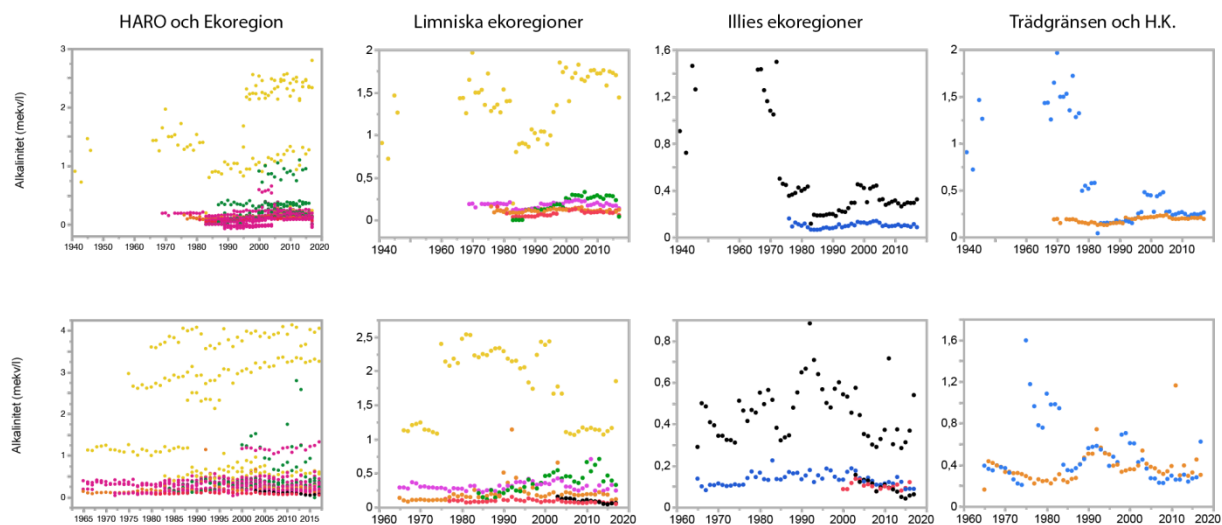
Figur 13. Årsmedelhalter av totalfosforhalter i sjöar (övre raden) och vattendrag (undre raden) inom avrinningsområdet till Kattegatt. Årsmedelhalterna är uppdelade efter olika naturgeografiska indelningar, samt längst till vänster även medelhalten för de olika limniska ekoregionerna i respektive HARO.



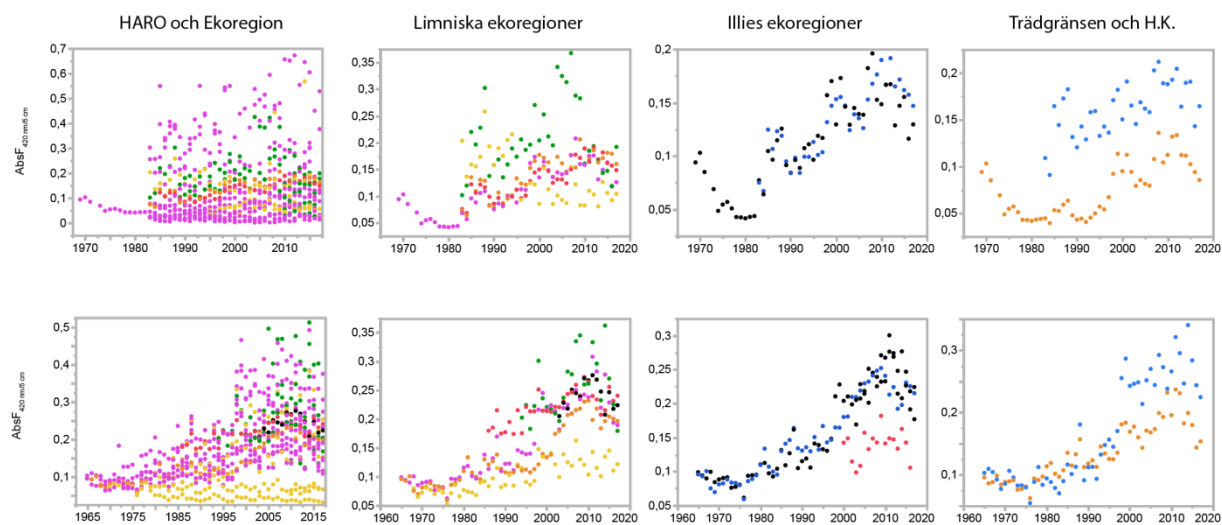
Figur 14. Årsmedelhalter av konduktiviteten i sjöar (övre raden) och vattendrag (undre raden) inom avrinningsområdet till Kattegatt. Årsmedelhalterna är uppdelade efter olika naturgeografiska indelningar, samt längst till vänster även medelhalten för de olika limniska ekoregionerna i respektive HARO.

De olika geografiska indelningarna ger ett likartat mönster för tidsutvecklingen med avseende på både totalfosfor (figur 13) och konduktiviteten (figur 14) för såväl sjöar som vattendrag inom avrinningsområdet till Kattegatt. Däremot ger indelningen med trädgränsen (TG) och högsta kustlinjen (HK) en ologisk fördelning mellan ingående områden med hög konduktiviteten i vattendrag över HK under den mittersta delen av tidsperioden. Samma fenomen har även iakttagits för vattendrag i Södra östersjöns vattendistrikt (figur 10) och beror på att delar av södra Sverige har låglänta områden som har legat över HK (se högra kartan i figur 1). Det generella mönstret för totalfosforhalterna i sjöar (figur 5, övre raden) påverkas därutöver av en enstaka kraftigt avvikande observation, vilket belyser vikten av homogena tidsserier. Speciellt indelningen med de limniska ekoregionerna belyser vikten av att kunna särskilja på områden med olika nivåer av totalfosfor, konduktivitet och

alkalinitet (figur 13-15). Även Illies ekoregioner separerar dessa områden till viss del, medan HK inte gör detta med samma tydlighet.



Figur 15. Årsmedelhalter av alkaliniteten i sjöar (övre raden) och vattendrag (undre raden) inom avrinningsområdet till Kattegatt. Årsmedelhalterna är uppdelade efter olika naturgeografiska indelningar, samt längst till vänster även medelhalten för de olika limniska ekoregionerna i respektive HARO.



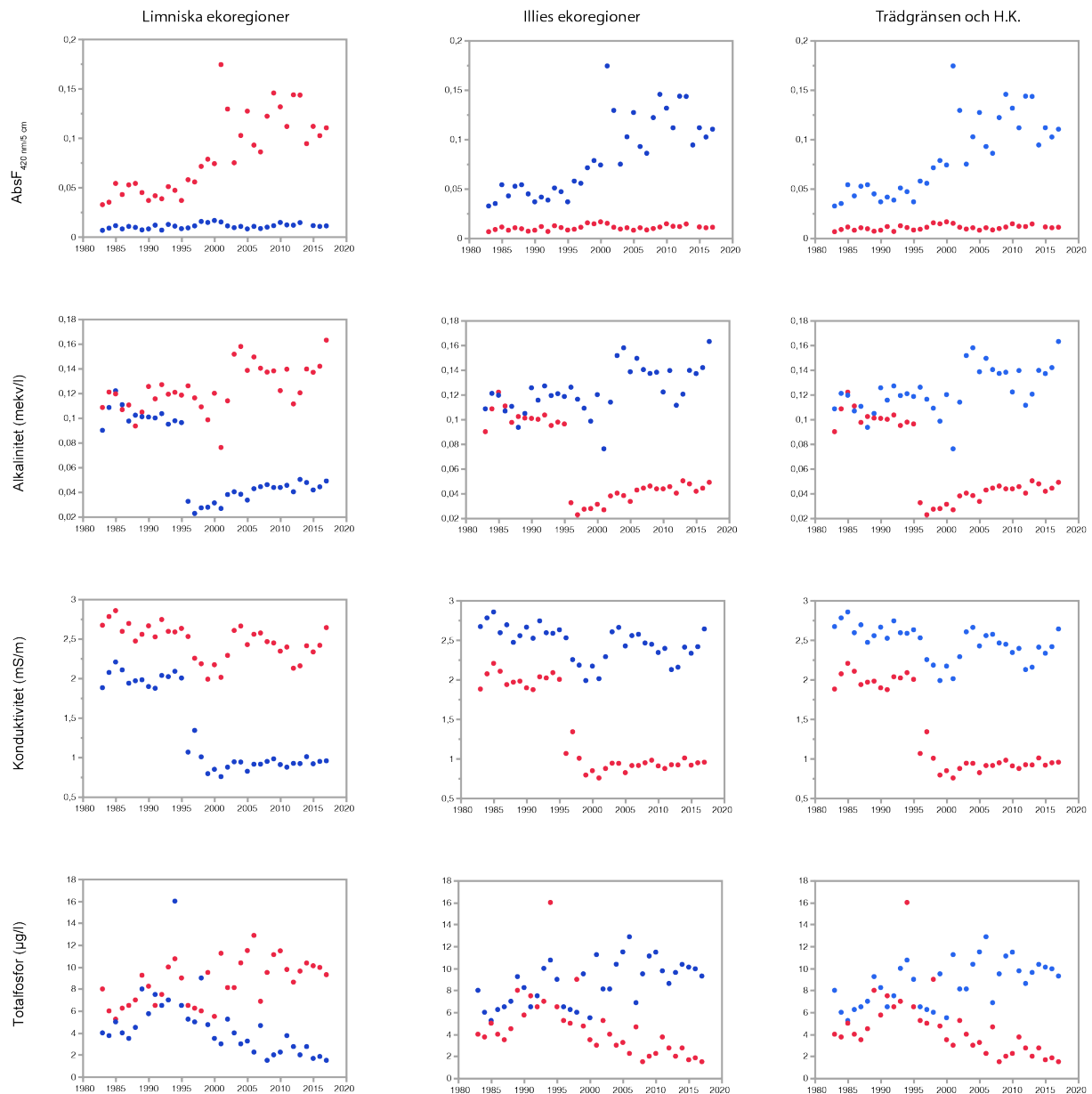
Figur 16. Årsmedelhalter av vattenfärgen ($AbsF_{420nm/5cm}$) i sjöar (övre raden) och vattendrag (undre raden) inom avrinningsområdet till Kattegatt. Årsmedelhalterna är uppdelade efter olika naturgeografiska indelningar, samt längst till vänster även medelhalten för de olika limniska ekoregionerna i respektive HARO.

De olika områdesindelningarna ger generellt sett jämförelsevis stora skillnader i tidsutvecklingsmönstret för alkaliniteten i både sjöar och vattendrag inom avrinningsområdet till Kattegatt (figur 15). Framförallt de limniska ekoregionerna ger ett delvis annorlunda mönster, speciellt för den senare hälften av tidsserien där den högre alkaliniteten i vattensystemen i den södra delen av området inte tydliggörs på samma sätt i de övriga områdesindelningarna. Även den lägre vattenfärgen i dessa vattensystem är svåra att urskilja förutom genom indelningen enligt de limniska regionerna och genom sjöar belägna under HK (figur 16). Genom att Vänern finns med som en stor buffert och sedimentationsbassäng mitt i avrinningsområdet, så försvåras utvärderingen av samtliga parametrar, vilket talar för att Göta älv bör utvärderas separat och eventuellt till och med uppdelat i vattensystem ovanför respektive nedanför Vänern (se vidare s. 34).

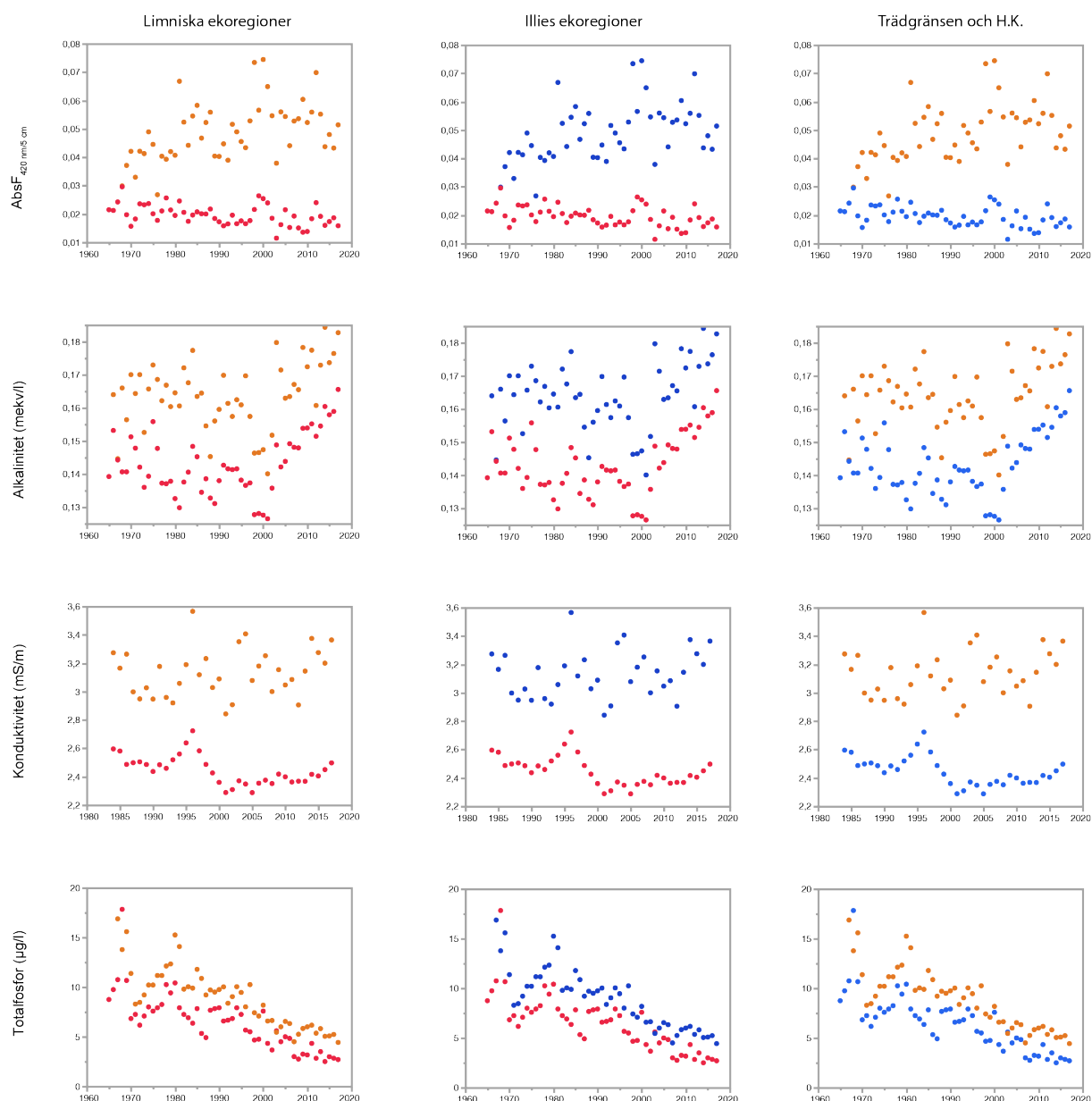
Jämförelser mellan olika naturgeografiska indelningar av den vattenkemiska kvaliteten för sjöar och vattendrag i fem huvudavrinningsområden spridda över landet

1. Skellefteälvens ARO

De olika områdesindelningarna av sjöar inom Skellefteälvens avrinningsområde ger mycket snarliga mönster över tidsutvecklingen för samtliga fyra undersökta vattenkvalitetsparametrar, dvs vattenfärg, alkalinitet, konduktivitet och totalfosfor (figur 17). Detsamma gäller även för vattendragen i samma huvudavrinningsområde (figur 18).



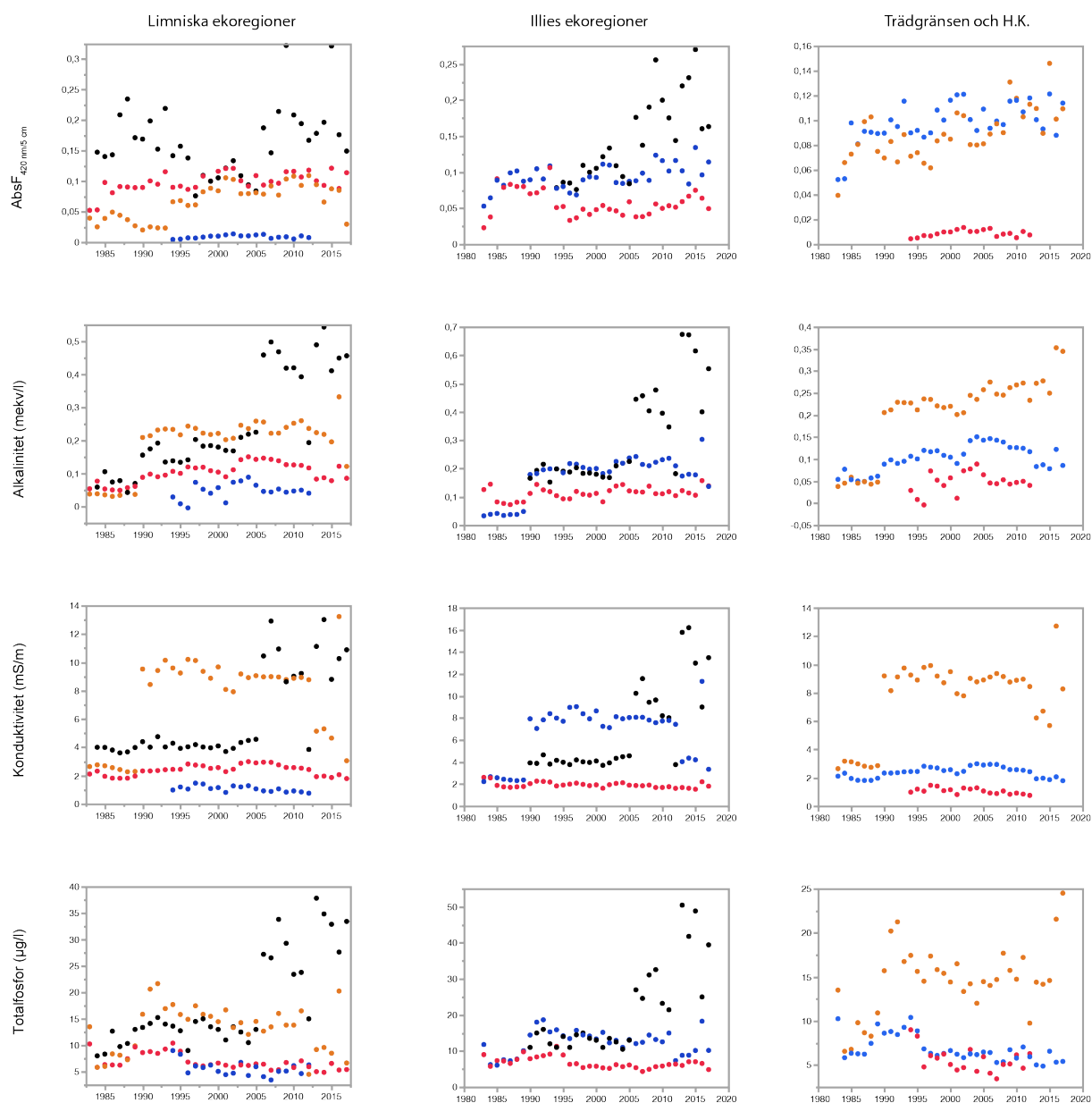
Figur 17. Årsmedelhalter av vattenfärgen (AbsF_{420nm/5cm}), alkalinitet, konduktivitet och totalfosfor i sjöar inom Skellefteälvens avrinningsområde. Årsmedelhalterna är uppdelade efter de naturgeografiska indelningarna limniska ekoregioner, Illies ekoregioner, samt sjöar över och under trädgränsen respektive högsta kustlinjen. Områdesindelningen enligt de olika ekoregionerna och TG/HK ges på sidan 6.



Figur 18. Årsmedelhalter av vattenfärgen ($\text{AbsF}_{420\text{nm}/5\text{cm}}$), alkalinitet, konduktivitet och totalfosfor i vattendrag inom Skellefteälvens avrinningsområde. Årsmedelhalterna är uppdelade efter de naturgeografiska indelningarna limniska ekoregioner, Illies ekoregioner, samt vattendrag över och under trädgränsen respektive högsta kustlinjen. Områdesindelningen enligt de olika ekoregionerna och TG/HK ges på sidan 6.

2. Dalälvens ARO

De olika regionindelningarna ger något avvikande resultat för samtliga fyra undersökta parametrar i sjöar inom Dalälvens avrinningsområde (figur 19). Indelningen enligt de limniska ekoregionerna och Illies regioner förefaller ge mer likartade mönster, medan uppdelningen enligt trädgränsen och högsta kustlinjer ger en mer avvikande tidsutveckling. Skillnaderna tycks bero på att de först nämnda indelningarna separerar ut en del observationer med betydligt högre fosforhalter och högre konduktivitet, alkalinitet och vattenfärg under det senaste decenniet, medan detta inte går att särskilja för TG/HK-indelningen. Generellt sett så gäller detta även för vattendragen i samma huvudavrinningsområden (figur 20).



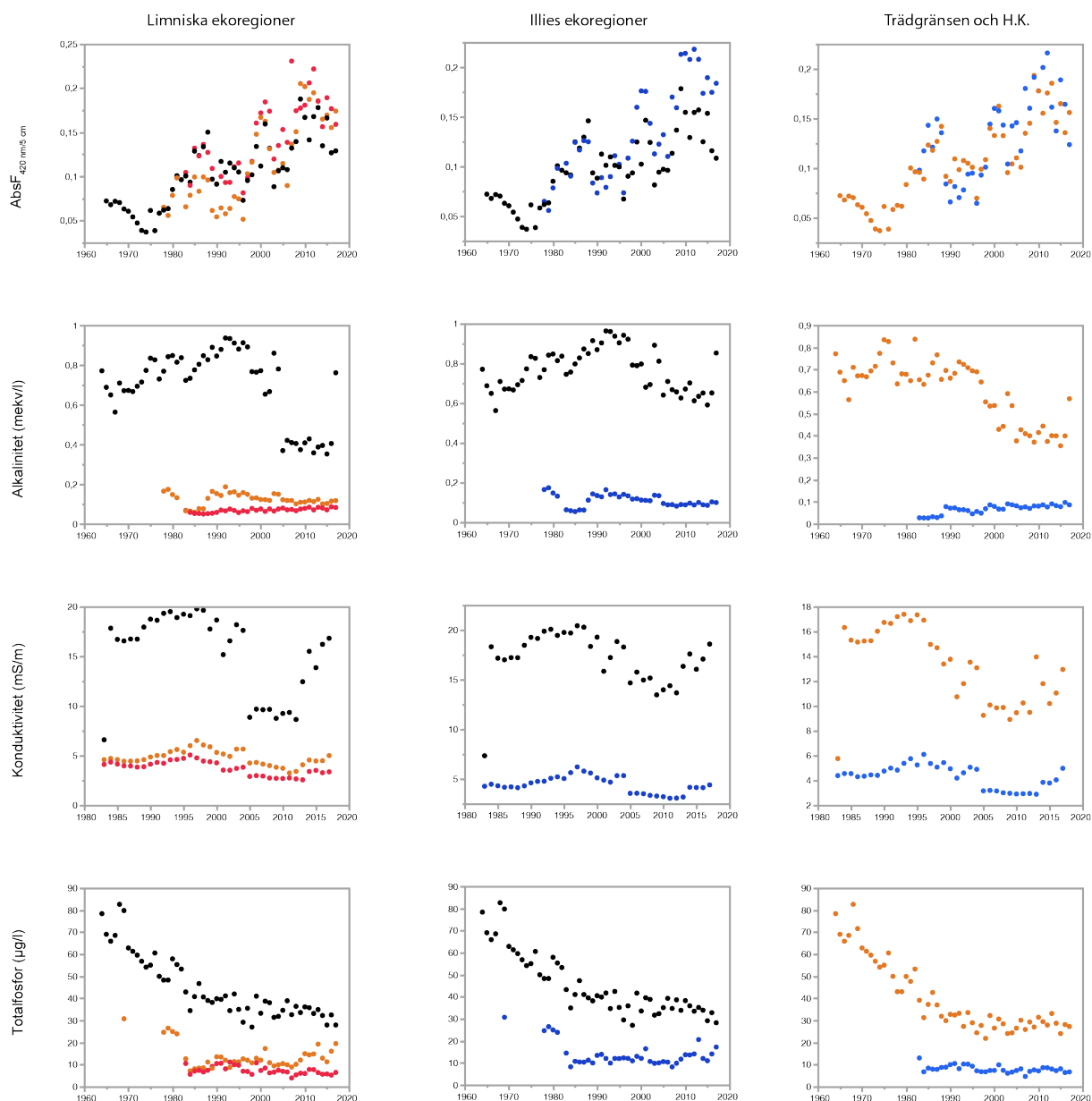
Figur 19. Årsmedelhalter av vattenfärgen (AbsF_{420nm/5cm}), alkalinitet, konduktivitet och totalfosfor i sjöar inom Dalälvens avrinningsområde. Årsmedelhalterna är uppdelade efter de naturgeografiska indelningarna limniska ekoregioner, Illies ekoregioner, samt sjöar över och under trädgränsen respektive högsta kustlinjen.



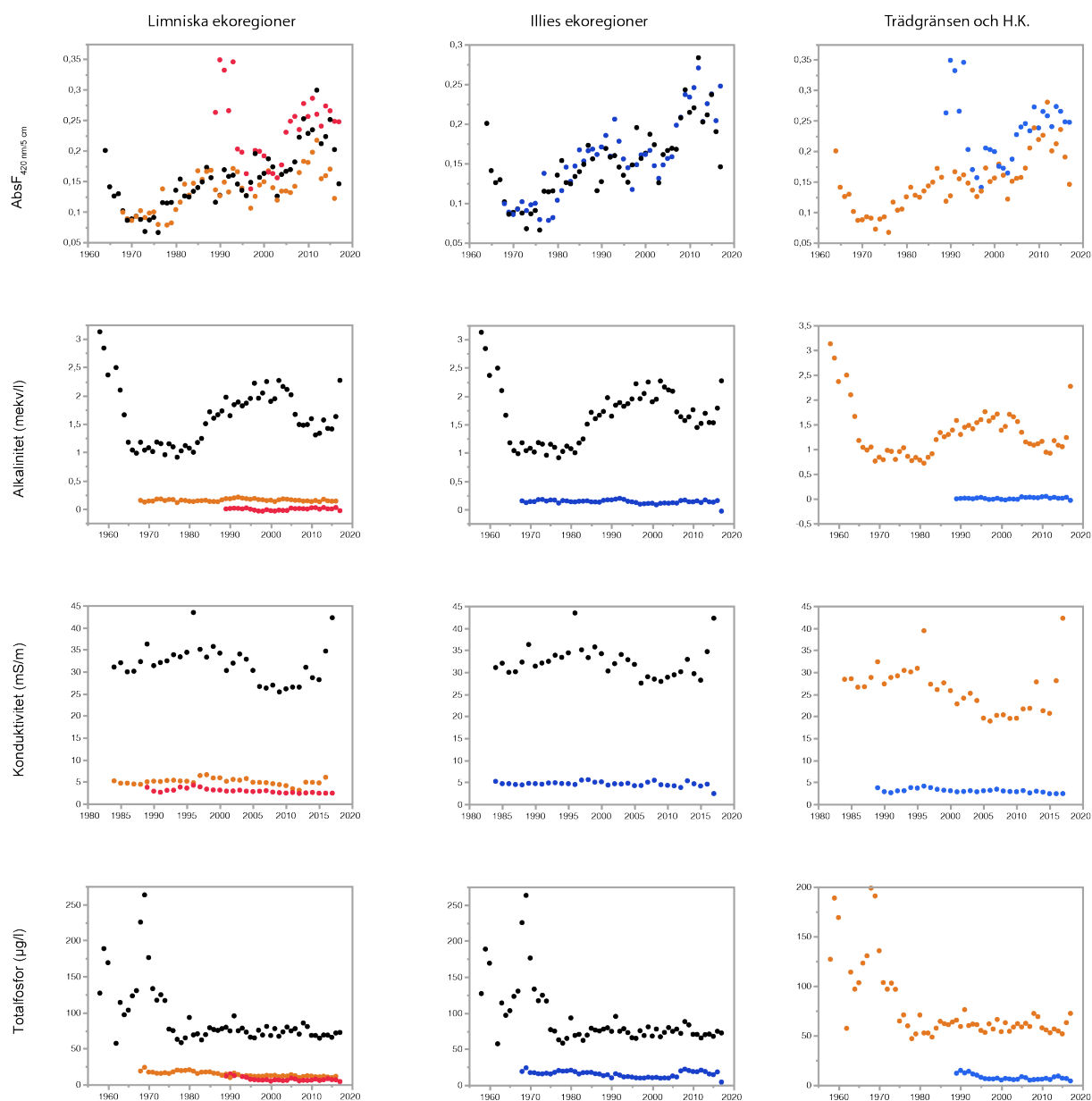
Figur 20. Årsmedelhalter av vattenfärgen (AbsF_{420nm/5cm}), alkalinitet, konduktivitet och totalfosfor i vattendrag inom Dalälvens avrinningsområde. Årsmedelhalterna är uppdelade efter de naturgeografiska indelningarna limniska ekoregioner, Illies ekoregioner, samt vattendrag över och under trädgränsen respektive högsta kustlinjen.

3. Norrströms ARO

De olika områdesindelningarna av sjöar inom Norrströms avrinningsområde ger mycket snarlika mönster över tidsutvecklingen för samtliga fyra undersökta vattenkvalitetsparametrar, det vill säga vattenfärg, alkalinitet, konduktivitet och totalfosfor (figur 21). Detsamma gäller även för vatten-
dragen i samma huvudavrinningsområde (figur 22).



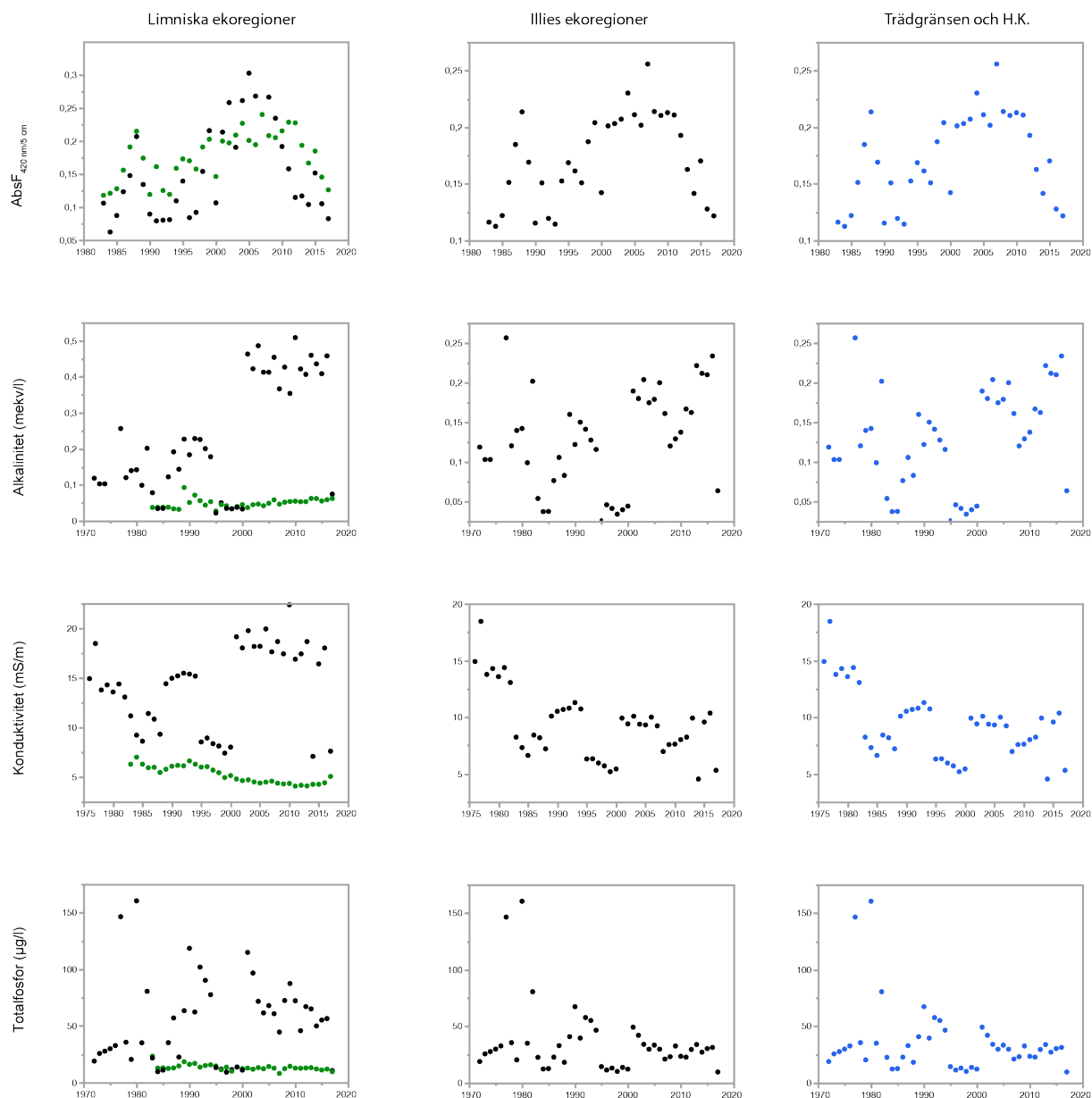
Figur 21. Årsmedelhalter av vattenfärgen ($\text{AbsF}_{420\text{nm}/5\text{cm}}$), alkalinitet, konduktivitet och totalfosfor i sjöar inom Norrströms avrinningsområde. Årsmedelhalterna är uppdelade efter de naturgeografiska indelningarna limniska ekoregioner, Illies ekoregioner, samt sjöar över och under trädgränsen respektive högsta kustlinjen.



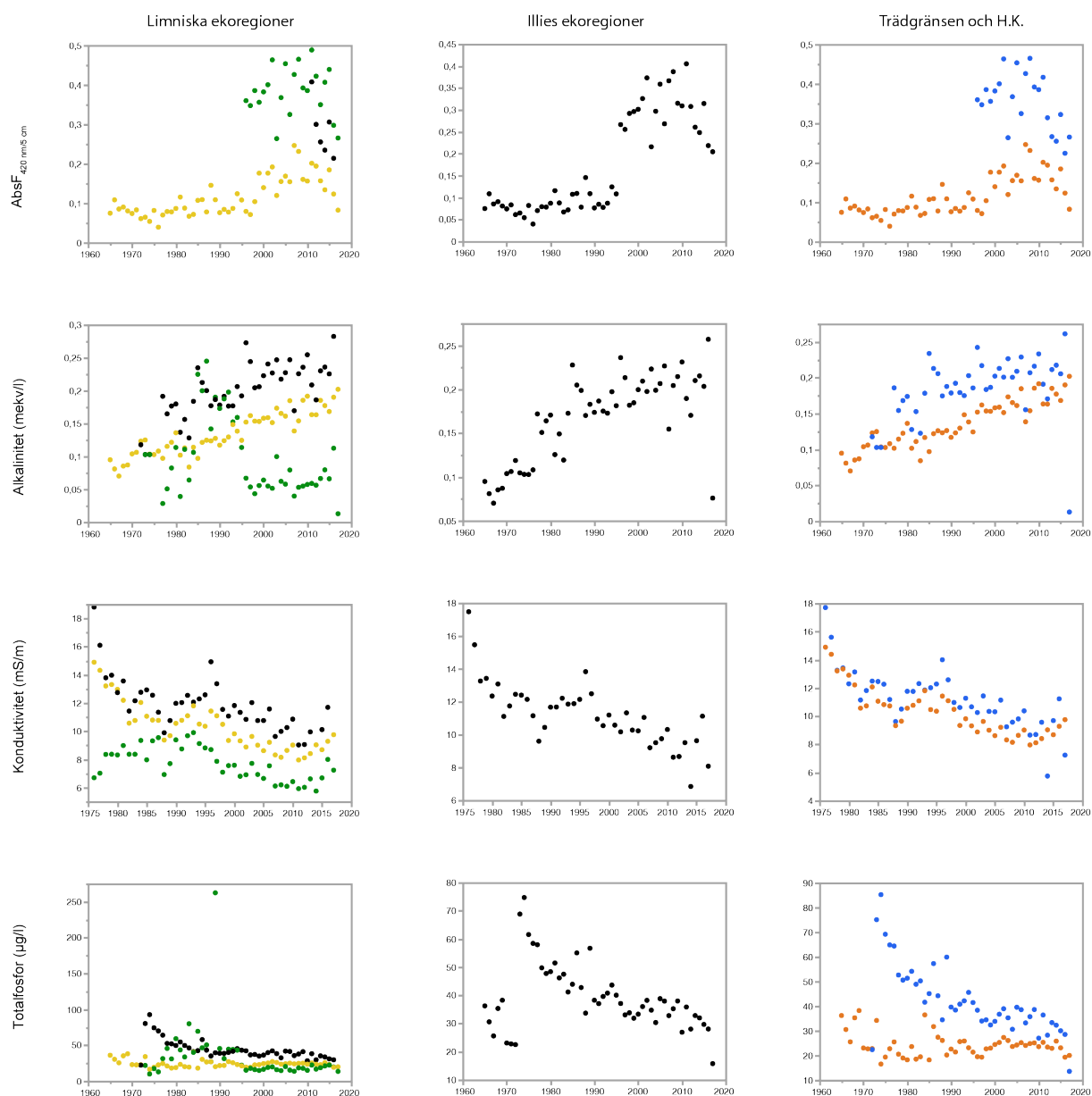
Figur 22. Årsmedelhalter av vattenfärgen (AbsF_{420nm/5cm}), alkalinitet, konduktivitet och totalfosfor i vattendrag inom Norrströms avrinningsområde. Årsmedelhalterna är uppdelade efter de naturgeografiska indelningarna limniska ekoregioner, Illies ekoregioner, samt vattendrag över och under trädgränsen respektive högsta kustlinjen.

4. Mörrumsåns ARO

De olika områdesindelningarna ger delvis olika mönster för tidsutvecklingen av samtliga fyra undersökta vattenkvalitetsparametrar för såväl sjöar (figur 23) som för vattendrag (figur 24) inom Mörrumsåns avrinningsområde. Generellt sett så separera indelningen med de limniska regionerna ut vattnen på det småländska höglandet genom deras lägre fosforhalter och lägre konduktivitet och alkalinitet, samt högre vattenfärg. För indelningen baserad på högsta kustlinjen så finns denna separation främst för totalfosfor och vattenfärgen i områdets vattendrag.



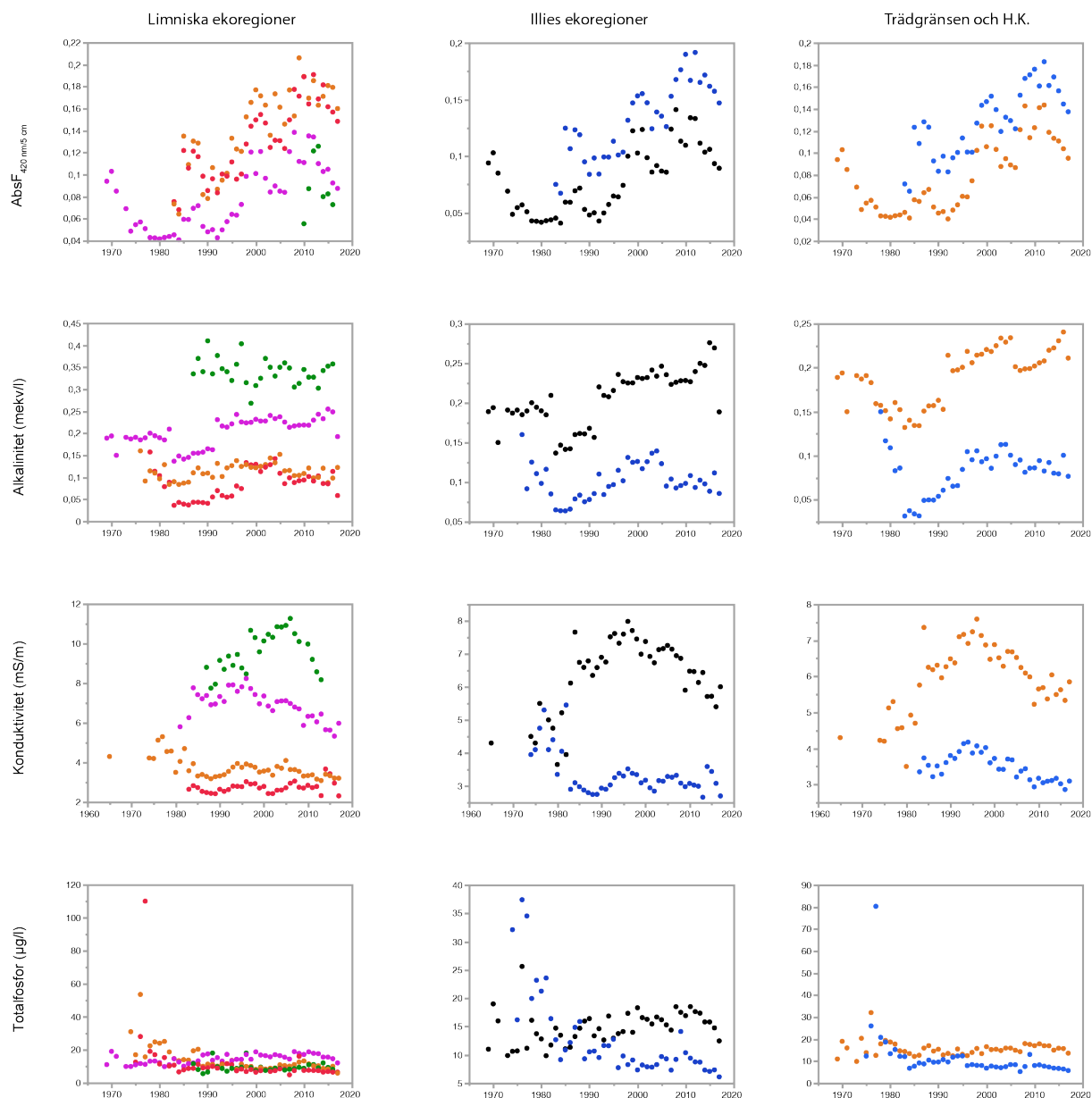
Figur 23. Årsmedelhalter av vattenfärgen (AbsF_{420nm/5cm}), alkalinitet, konduktivitet och totalfosfor i sjöar inom Mörrumsåns avrinningsområde. Årsmedelhalterna är uppdelade efter de naturgeografiska indelningarna limniska ekoregioner, Illies ekoregioner, samt sjöar över och under trädgränsen respektive högsta kustlinjen.



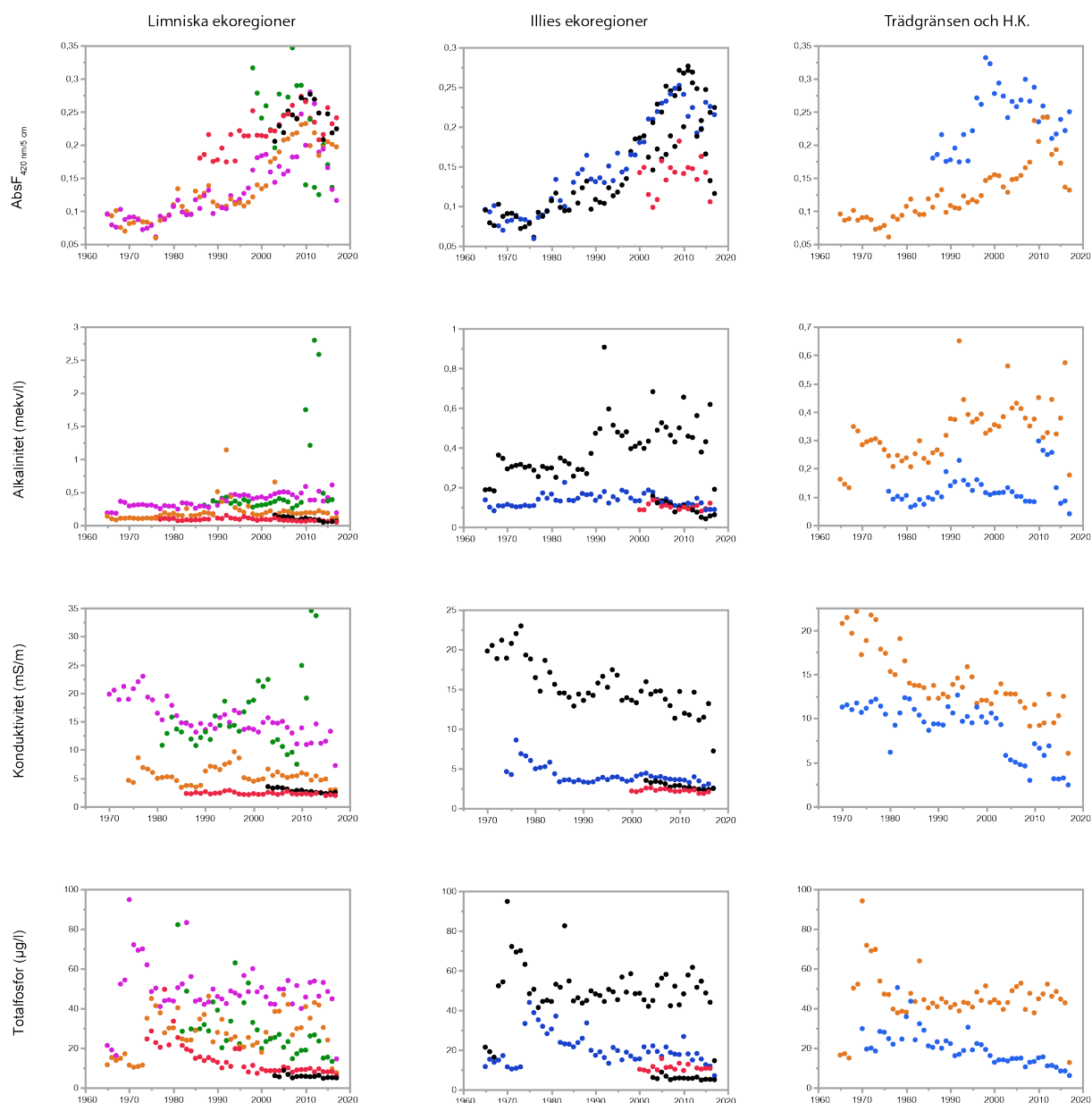
Figur 24. Årsmedelhalter av vattenfärgen (AbsF_{420nm/5cm}), alkalinitet, konduktivitet och totalfosfor i vattendrag inom Mörrumsåns avrinningsområde. Årsmedelhalterna är uppdelade efter de naturgeografiska indelningarna limniska ekoregioner, Illies ekoregioner, samt vattendrag över och under trädgränsen respektive högsta kustlinjen.

5. Göta älvs ARO

De olika områdesindelningarna av sjöar inom Norrströms avrinningsområde ger snarlika mönster över tidsutvecklingen för samtliga fyra undersökta vattenkvalitetsparametrar, dvs vattenfärg, alkalinitet, konduktivitet och totalfosfor (figur 25). Detsamma gäller även för vattendragen i samma huvudavrinningsområde (figur 26). För samtliga indelningar kan dock känsligheten för enstaka avvikande observationer göra att mönstren förefaller skilja sig åt mellan de olika indelningarna, men detta belyser främst vikten av att ha homogena och stabila tidsserier för utvärderingarna.



Figur 25. Årsmedelhalter av vattenfärgen ($\text{AbsF}_{420\text{nm}/5\text{cm}}$), alkalinitet, konduktivitet och totalfosfor i sjöar inom Göta älvs avrinningsområde. Årsmedelhalterna är uppdelade efter de naturgeografiska indelningarna limniska ekoregioner, Illies ekoregioner, samt sjöar över och under trädgränsen respektive högsta kustlinjen.



Figur 26. Årsmedelhalter av vattenfärgen (AbsF_{420nm/5cm}), alkalinitet, konduktivitet och totalfosfor i vattendrag inom Göta älvs avrinningsområde. Årsmedelhalterna är uppdelade efter de naturgeografiska indelningarna limniska ekoregioner, Illies ekoregioner, samt vattendrag över och under trädgränsen respektive högsta kustlinjen.

Jämförelser mellan olika naturgeografiska indelningar av biologiska data för sjöar och vattendrag – exempel med växtplanktondata

Att mängden biologiska miljöövervakningsdata är betydligt mindre än vattenkemiska data är ett välkänt faktum (se t ex Sonesten 2013¹). Detta beror dels på att vi har och har haft en tradition att först och främst övervaka med olika kemiska parametrar, men också på att det är betydligt mer resurskrävande övervaka biota. Framförallt innebär detta att vi har färre och ofta kortare tidsserier med biologiska övervakningsdata. Detta innebär i sin tur att det är svårt att få en heltäckande bild över den svenska vattenkvaliteten per huvudavrinningsområde och naturgeografisk indelning eftersom data i många fall inte räcker till för att täcka in både den geografiska spridningen och de olika vattentyperna. En sammanställning över omfattningen av växtplanktondata som var tillgängliga i datavärdskapet för sjöar och vattendrags databas vid slutet av 2017 ges i tabellerna 1-5, där de tre första tabellerna visar på den stora spridning som föreligger rörande antalet växtplanktonprovplatser, samt tidsserier som är längre än fem år.

Tabell 1. Totala antalet växtplanktonprovplatser per limnisk ekoregion, samt antalet provplatser med tidsserier som är minst fem år långa.

Limnisk ekoregion	Antal provplatser	Tidsserier >5 år
Fjällen över trädgränsen	41	7
Norrlands inland, under trädgränsen över högsta kustlinjen	164	39
Norrlands kustområde, under högsta kustlinjen	302	51
Sydsvenska höglandet, söder om norrlandsgränsen, över 200 möh	56	37
Sydväst, söder om norrlandsgränsen, inom vattendelaren till Västerhavet, under 200 möh	201	62
Sydöst, söder om norrlandsgränsen, inom vattendelaren till Östersjön, under 200 möh	635	155
Södra Sverige, Skåne, Blekinges kust och del av Öland	32	18

Tabell 2. Totala antalet växtplanktonprovplatser per Illies ekoregion, samt antalet provplatser med tidsserier som är minst fem år långa.

Illies ekoregion	Antal provplatser	Tidsserier >5 år
Boreala högländerna	92	19
Fennoskandiska skölden	432	77
Centralslätten	907	273

Tabell 3. Totala antalet växtplanktonprovplatser provplatser över trädgränsen, under trädgränsen men över högsta kustlinjen, samt under högsta kustlinjen. Dessutom anges antalet provplatser med tidsserier som är minst fem år långa.

TG/HK	Antal provplatser	Tidsserier >5 år
Över trädgränsen	41	7
Över HK/under TG	376	168
Under högsta kustlinjen	1024	194

¹ Sonesten L. 2013. Miljöövervakning av Sveriges sjöar och vattendrag – Representativiteten av den kontrollerande miljöövervakningen. Havs- och vattenmyndighetens rapport [2013:9](#).

Av totalt 119 huvudavrinningsområden så har växtplanktondata hittats för 81 stycken, men det är stor spridning på omfattningen av växtplanktonövervakning mellan olika HARO:n och för nästan en tredjedel saknas växtplanktondata helt i databasen (tabell 4). De till antalet mest övervakade områdena är föga förvånande våra större avrinningsområden kopplade till landets tre-fyra största sjöar (tabell 5), men även om dessa har omfattande undersökningar så är det stora områden som övervakas och antalet provplatser per ytenhet behöver inte vara större än i andra delar av landet. Även i mindre områden så finns det i vissa fall gott om data, men då handlar det ofta om mer kortsiktiga övervakningskampanjer som till exempel 1976 i kustområdet mellan Norrtäljeån och Åkerströmmen (tabell 6), vilket ju ger en god "ögonblicksbild" med god geografisk täckning, men saknar eventuella förändringar över tiden.

Tabell 4. Antalet huvudavrinningsområden med växtplanktondata, samt antalet HARO:n utan växtplanktondata.

Områden	
Antal HARO med växtplankton	81
Antal HARO ≤5 provplatser	46
Antal HARO >5 men ≤10 provplatser	15
Antal HARO >10 provplatser	20
Antal HARO utan växtplankton	38

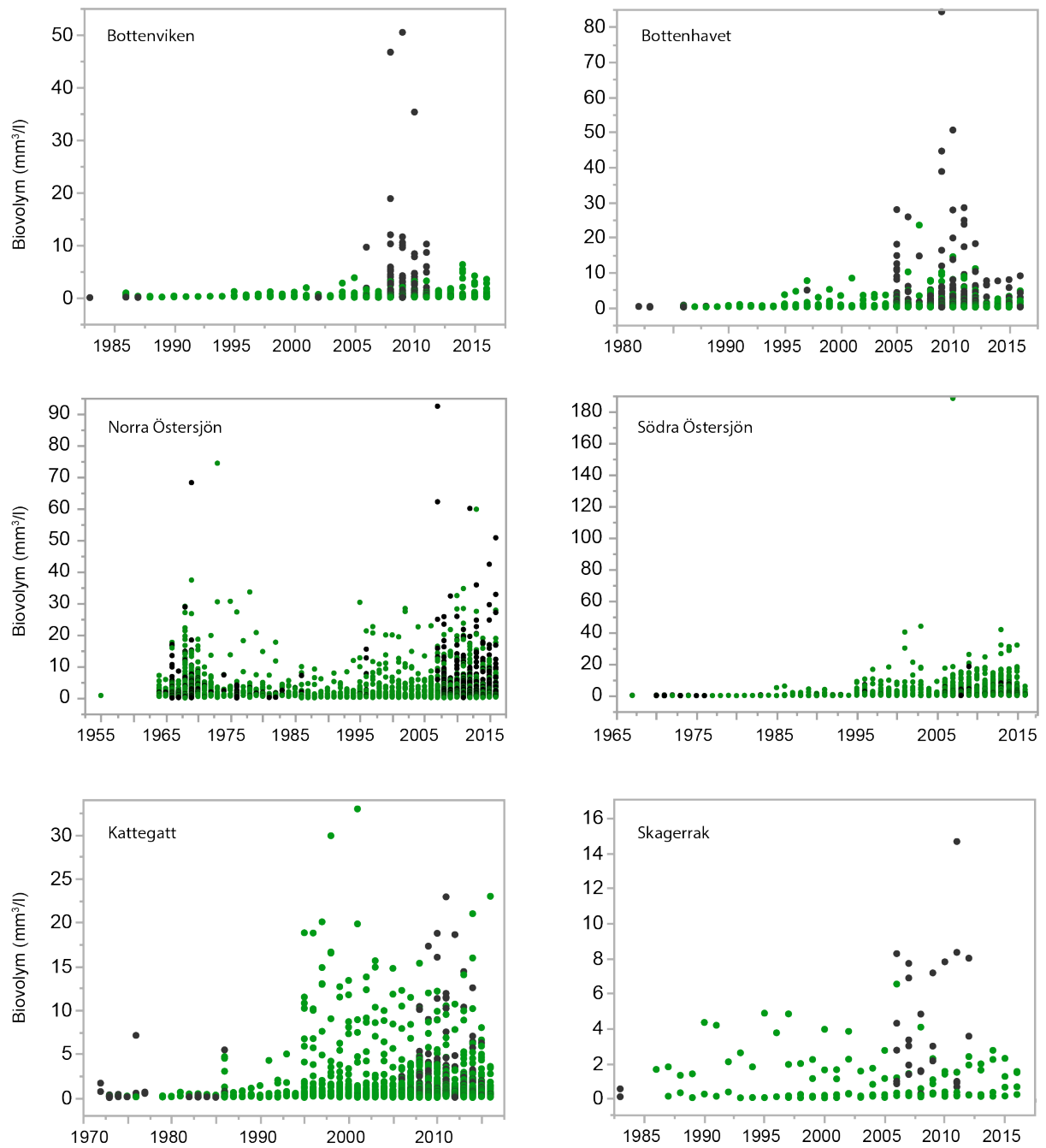
Tabell 5. De tre huvudavrinningsområden med flest växtplanktonprovplatser är de tre största sjöarnas avrinningsområden.

HARO:n med flest växtplanktonprovplatser	
Norrström (hela 61)	326
Göta älv (hela 108)	165
Motala ström (hela 67)	97

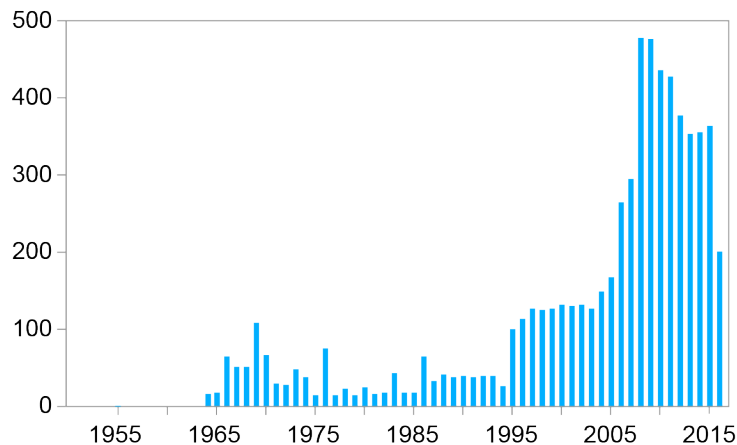
Tabell 6. Antalet kustområden av totalt ca 118 stycken med växtplanktonprovplatser samt det område som har flest provplatser vilket domineras av en screeningstudie från 1976.

Områden	
Kustområden med växtplankton-provplatser	156 provplatser fördelat på 32 områden
Norrtäljeån/Åkerströmmen (område 59/60)	65 provplatser varav 56 st provtagna 1976

Enstaka tidsserier med växtplanktondata finns för samtliga "havs-bassänger" från mitten av 80-talet, även om det för Norra och Södra Östersjön finns enstaka serier från 50- och 60-talen, samt för Kattegatt från 70-talet (figur 27). Mer omfattande övervakning finns som tidigare nämnts däremot inte förrän efter mitten av 90-talet. Den större mängd växtplanktondata från den senare delen av 60-talet och början av 70-talet härrör till stor del från de intensiva övergödningsstudier i Mälaren som utfördes av Institutionen för vatten och miljöns föregångare och speglar inte vattenkvaliteten i hela huvudavrinningsområdet.



Figur 27. Samtliga sommarbiovolym (medelvärden juli-augusti) av växtplankton i sjöar som ligger i avrinningsområdet till respektive "havsbassäng". Gröna punkter markerar värden som kommer från tidsserier som omfattar minst fem års data. Svarta punkter markerar kortare serier eller enstaka observationer.



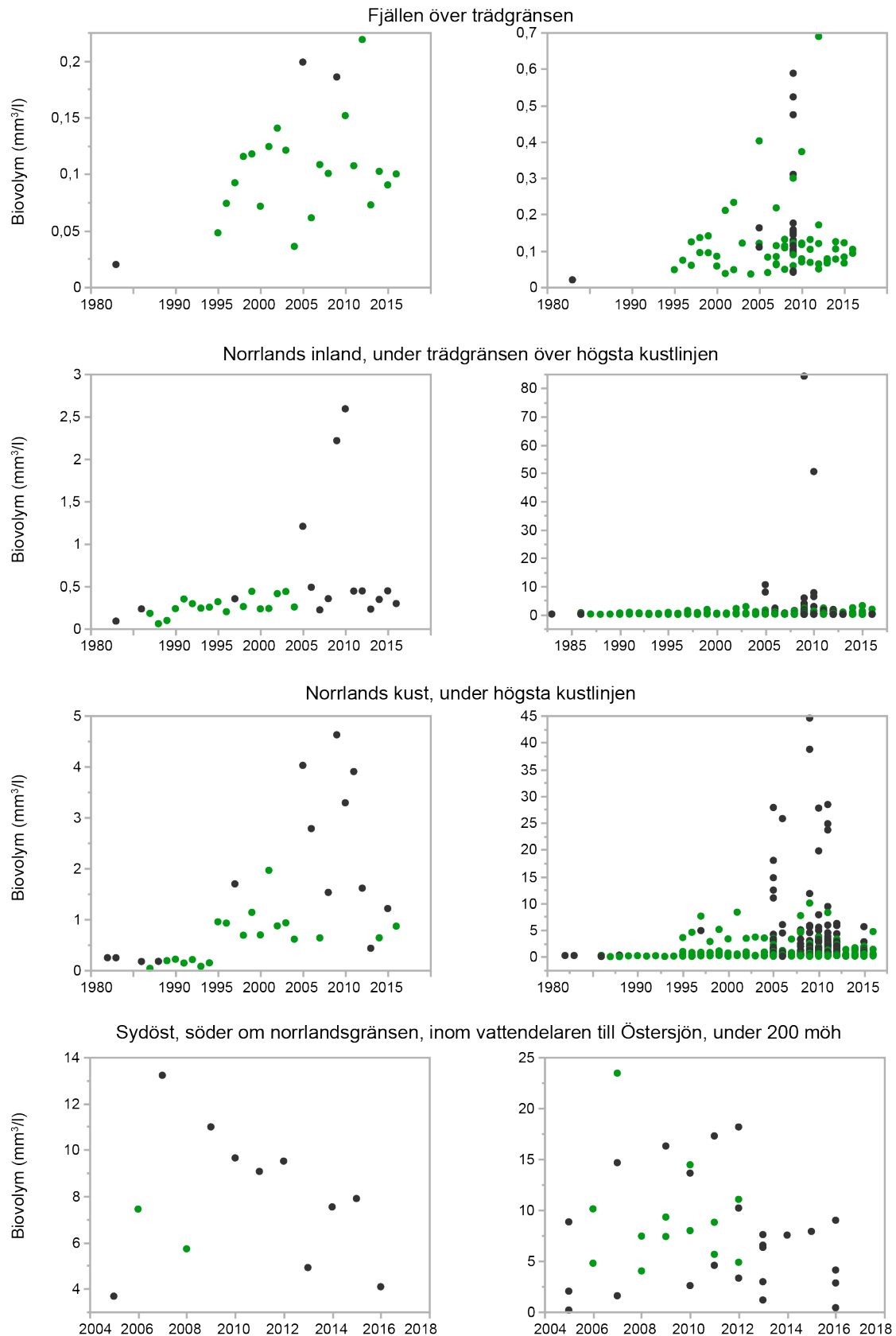
Figur 28. Antalet sommarvärden av växtplankton från perioden 1955-2016 i Miljödata-MVM. I de fall en provplats har mer än ett värde under juli och augusti har dessa behandlats som ett värde (sommarmedelvärderna i analyserna). De större revideringarna av miljöövervakningen 1995 och 2007/2008 är uppenbara genom kraftigt ökat antal provtagningar efter dessa.

Mängden växtplanktondata i databasen varierar starkt över tiden, vilket till stor del beror på ökat intresse för denna typ av undersökningar under de senaste decennierna, men det kan även åtminstone till viss del bero på att äldre data inte (ännu) har rapporterats in till datavärden. Effekterna av de under senare tid större revisionerna av nationell och regional miljöövervakning syns tydligt i antalet sommarprover av växtplankton per år där ambitionsökningarna resulterar i betydande större antal växtplanktonundersökningar efter mitten av 90-talet, samt efter 2007-2008 (figur 28). Detta innebär att före 1995 är det väldigt sparsamt med tillgängliga växtplanktondata.

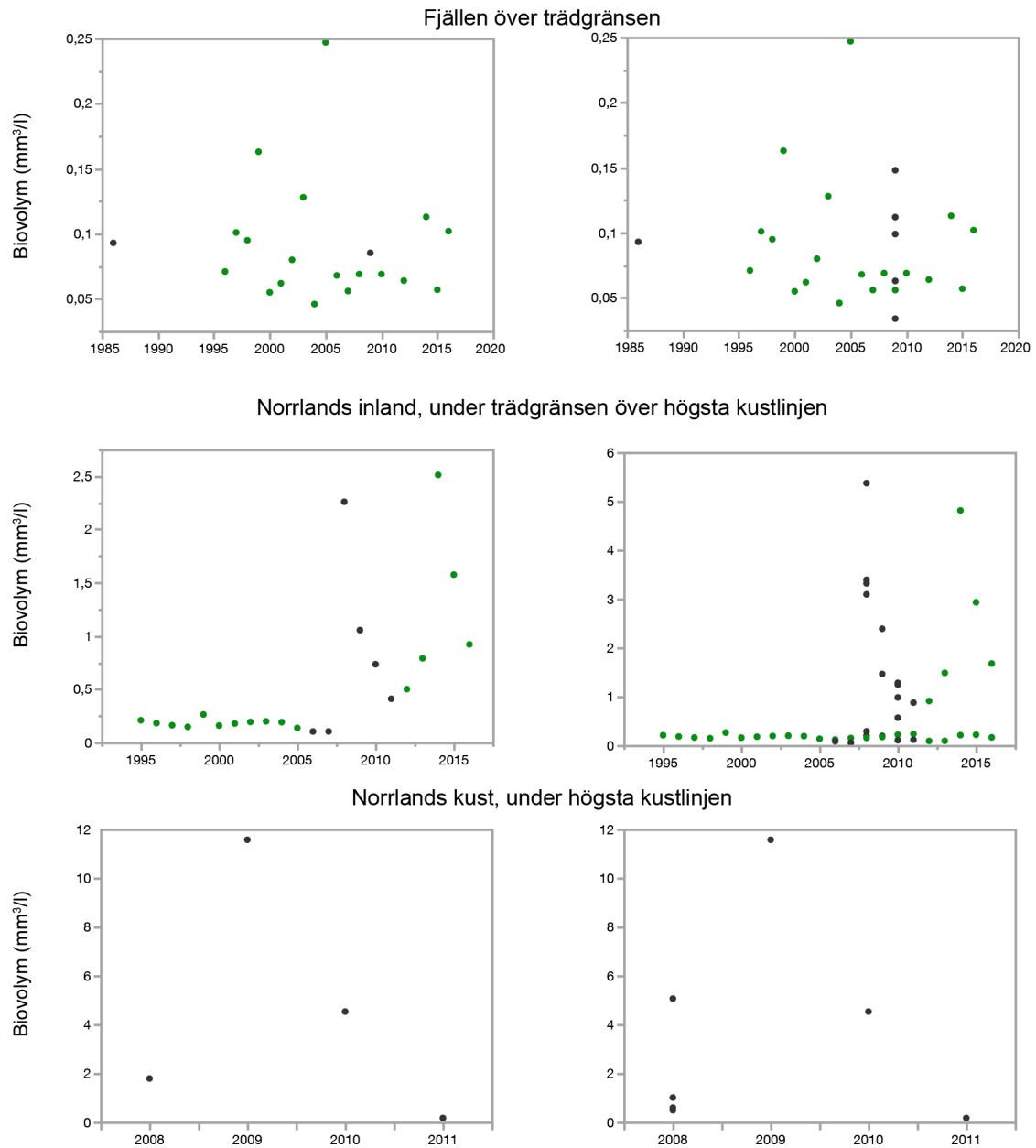
För bottenfaunadata förutsätts mängden data och den geografiska spridningen av dessa vara förhållandevis likartad som för växtplankton, möjligen så finns det mer bottenfauna- och fiskdata från mer riktade undersökningar av försurningseffekter i våra vatten. För bentiska kiselalger och makrofyter är dataunderlaget ännu mer begränsat speciellt för kiselalgsundersökningar som i standardiserad form i realiteten endast har förekommit under 2000-talet, men som är en övervakningsmetod på stark frammarsch. Även mängden av standardiserade makrofyterundersökningar har ökat under samma tidsperiod, men är i än mer begränsad omfattning på grund av att dessa undersökningar är jämförelsevis resurskrävande.

Jämförelser av växtplanktondata indelat efter vattendistrikt, huvudavrinningsområden och ekoregioner

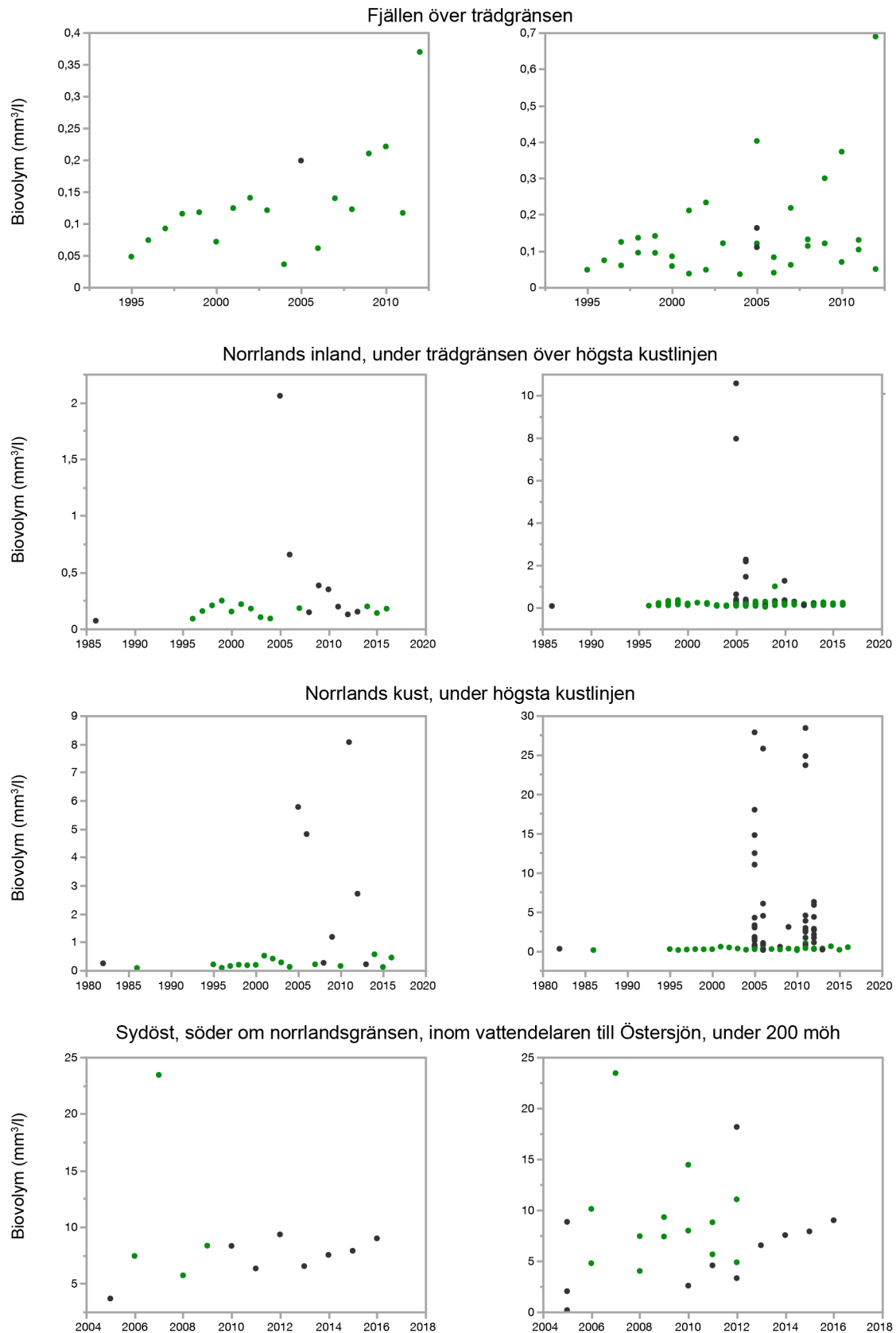
Att basera utvärderingarna av vattenkvaliteten baserad på samtliga tillgängliga växtplanktondata uppdelad på de olika ekoregionsindelningarna förefaller inte generellt sett vara en framkomlig väg vare sig om man genomför utvärderingarna på "havsbassänger" (exempel Bottenhavet i figur 29) eller i enskilda huvudavrinningsområden (figur 30-35). Datatillgången i är i de flesta fall helt enkelt alltför begränsad och de erhållna tidsutvecklingarna beror i många fall på vilka data som har varit tillgängliga för den specifika utvärderingen. Detta belyser vikten av att speciellt för biologin välja ut representativa tidsserier och basera utvärderingarna på dessa. Detta skulle dock sannolikt innebära en hel del "luckor" i det material som kan visas på Sveriges vattenmiljö, men det skulle å andra sidan ge en mer rättvisande bild över vattenkvalitetens tidsutveckling baserad på biologiska parametrar.



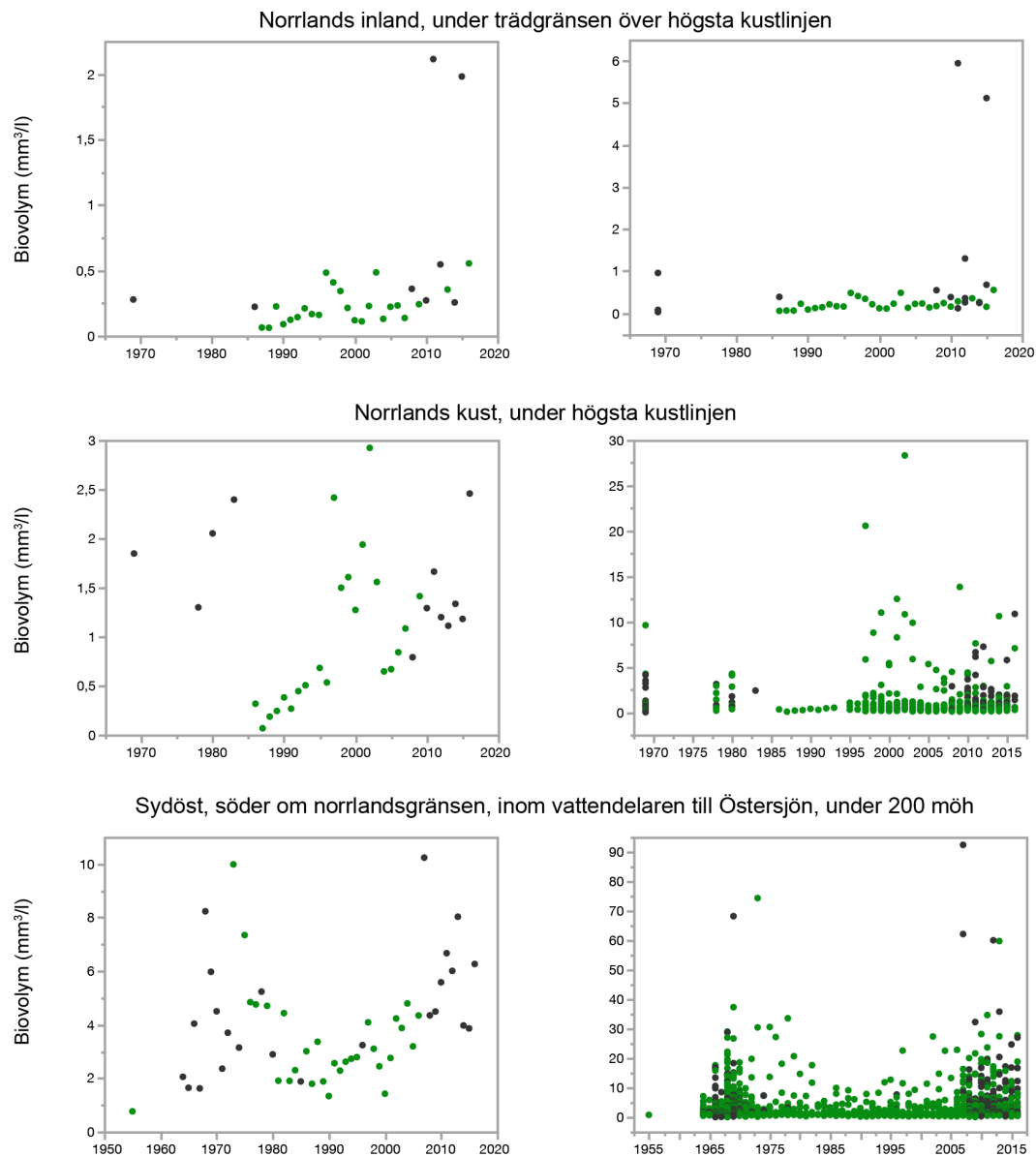
Figur 29. Årsmedelvärden av växtplanktonbiovolym i sjöar inom Bottenhavets vattendistrikt baserade på sommarvärden per limnisk ekoregion (vänster) och samtliga sommarbiovolym i området (höger). Gröna punkter markerar värden som kommer från tidsserier som omfattar minst fem års data. Svarta punkter markerar kortare serier eller ensstaka observationer.



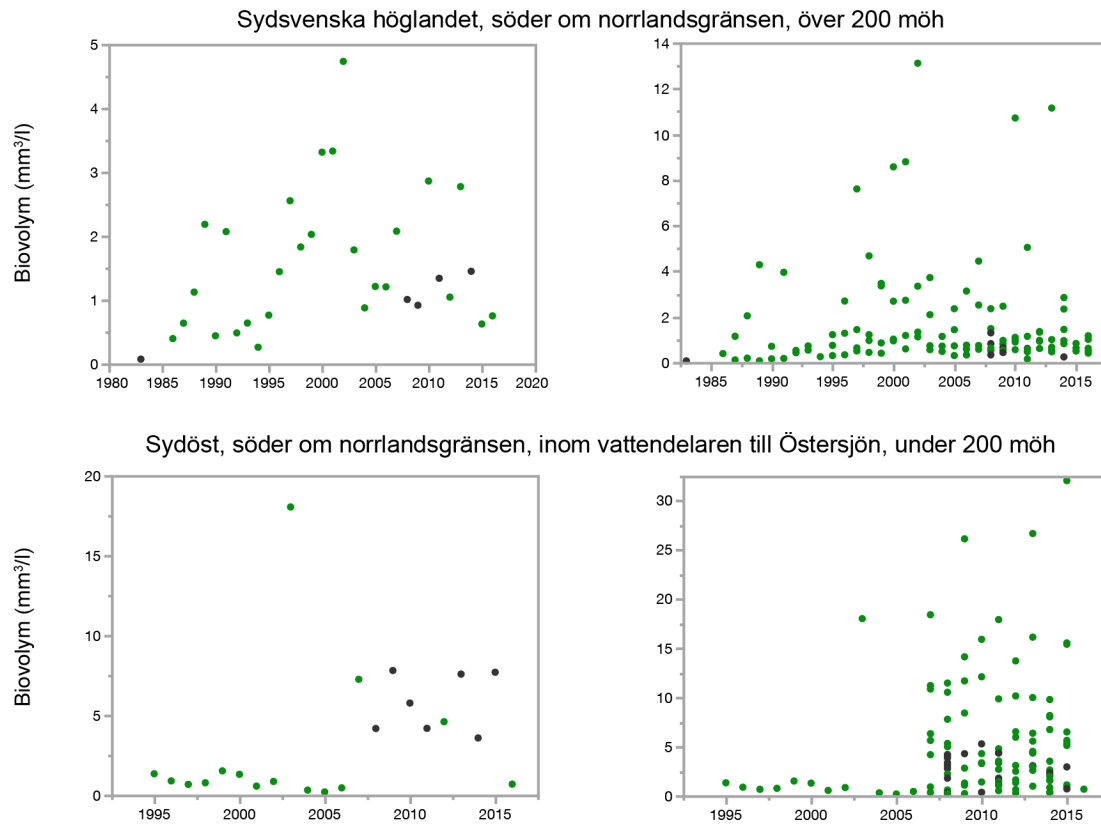
Figur 30. Årsmedelvärden av växtplanktonbiovolym i sjöar inom Skellefteälvens avrinningsområde baserade på sommarvärden per limnisk ekoregion (vänster) och samtliga sommarbiovolym i området (höger). Gröna punkter markerar värden som kommer från tidsserier som omfattar minst fem års data. Svarta punkter markerar kortare serier eller enstaka observationer.



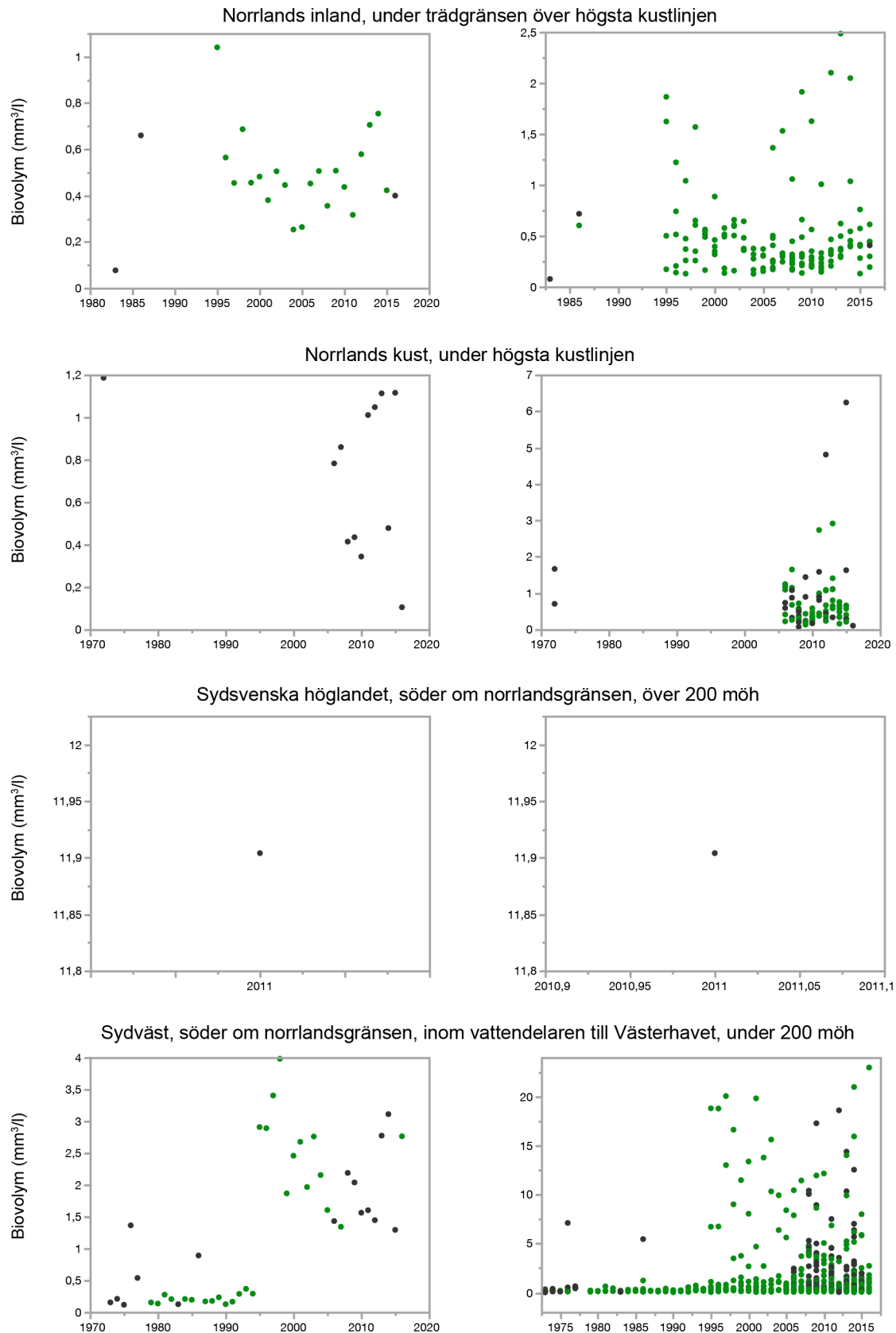
Figur 31. Årsmedelvärden av växtplanktonbiovolym i sjöar inom Dalälvens avrinningsområde baserade på sommarvärden per limnisk ekoregion (vänster) och samtliga sommarbiovolym i området (höger). Gröna punkter markerar värden som kommer från tidsserier som omfattar minst fem års data. Svarta punkter markerar kortare serier eller enstaka observationer.



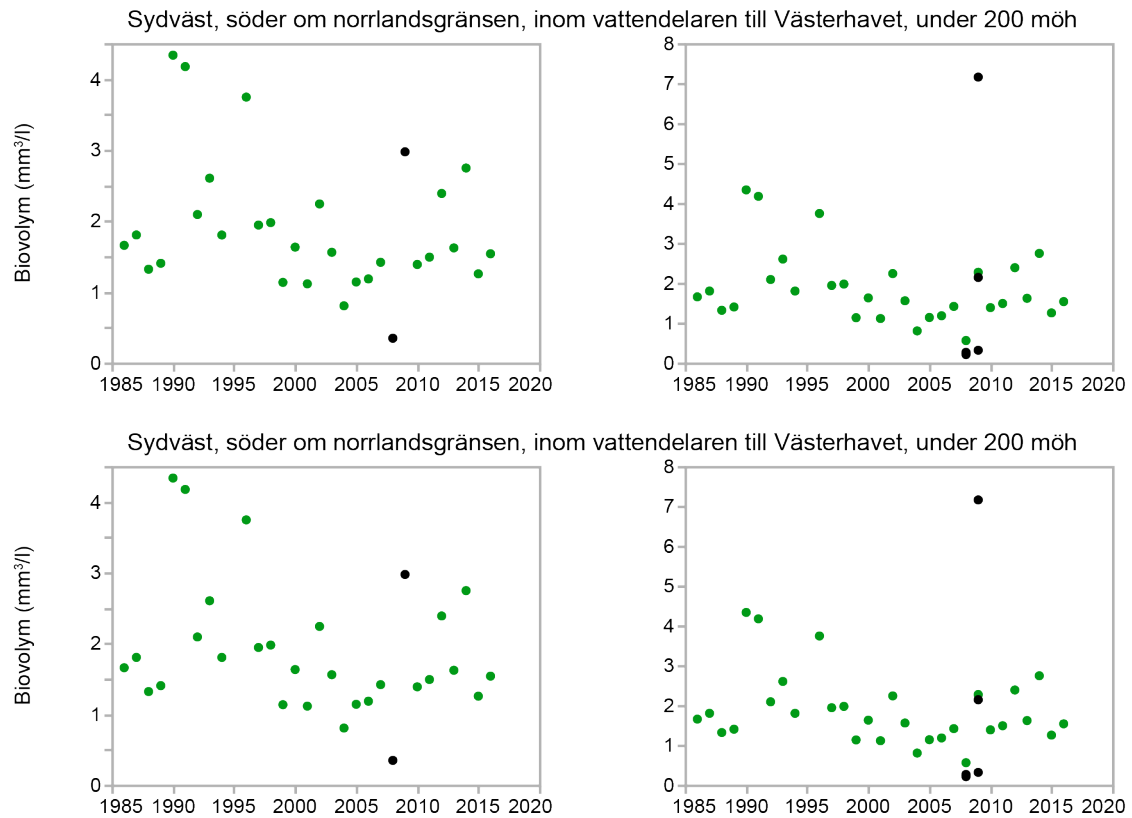
Figur 32. Årsmedelvärden av växtplanktonbiovolym i sjöar inom Norrströms avrinningsområde baserade på sommarvärden per limnisk ekoregion (vänster) och samtliga sommarbiovolym i området (höger). Gröna punkter markerar värden som kommer från tidsserier som omfattar minst fem års data. Svarta punkter markerar kortare serier eller enstaka observationer.



Figur 33. Årsmedelvärden av växtplanktonbiovolym i sjöar inom Mörrumsåns avrinningsområde baserade på sommarvärden per limnisk ekoregion (vänster) och samtliga sommarbiovolym i området (höger). Gröna punkter markerar värden som kommer från tidsserier som omfattar minst fem års data. Svarta punkter markerar kortare serier eller enstaka observationer.



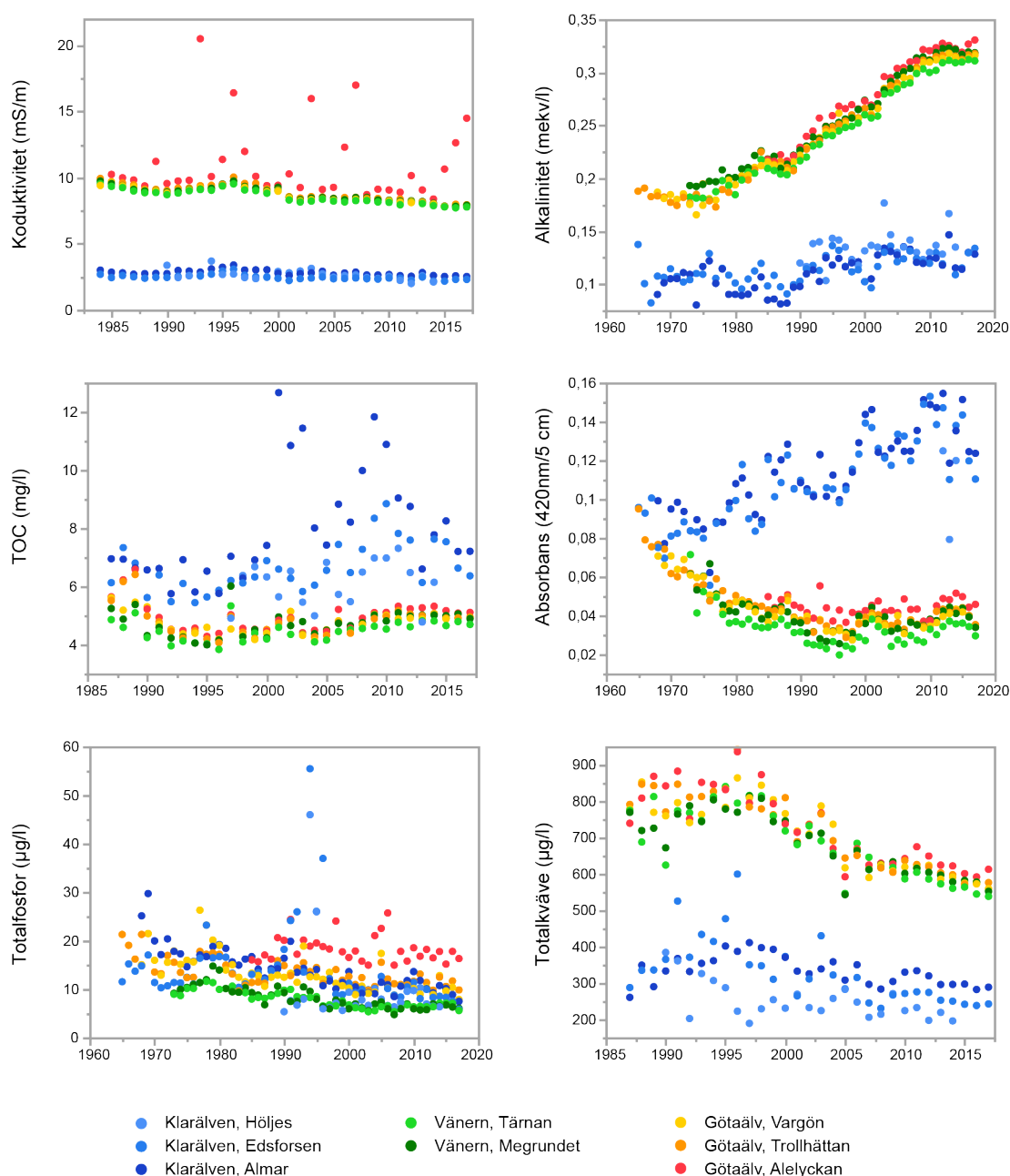
Figur 34. Årsmedelvärden av växtplanktonbiovolym i sjöar inom Göta älvs avrinningsområde baserade på sommarvärden per limnisk ekoregion (vänster) och samtliga sommarbiovolym i området (höger). Gröna punkter markerar värden som kommer från tidsserier som omfattar minst fem års data. Svarta punkter markerar kortare serier eller enstaka observationer.



Figur 35. Årsmedelvärden av växtplanktonbiovolym i sjöar inom Bäveåns (ovan) respektive Enningdalsälvens (nedre) avrinningsområde baserade på sommarvärden per limnisk ekoregion (vänster) och samtliga sommarbiovolym i området (höger). Gröna punkter markerar värden som kommer från tidsserier som omfattar minst fem års data. Svarta punkter markerar kortare serier eller enstaka observationer.

Konceptet från-källa-till-hav

Enligt direktiven från Havs- och vattenmyndigheten skall hela siten Sveriges vattenmiljö följa konceptet från-källa-till-hav, dvs från våra källområden till våra havsområden där uttransporten av olika ämnen via våra flodmynningsstationer utgör en viktig länk mellan våra inlandsvatten och kust- och havsområden. För att illustrera vad som händer med vattenkvaliteten på inlandssidan från källområden till utloppet i havet skulle Göta älvs avrinningsområde kunna fungera som ett gott exempel eventuellt som en temasida eller liknande.



Figur 36. Årsmedelvärden av konduktivitet, alkalinitet, TOC, vattenfärg (absorbans), totalfosfor och totalkväve vid åtta provplatser inom Göta älvs avrinningsområde. Proverna är tagna från de övre delarna (Klarälven) ner till havet (Göta älv), med Vänern däremellan.

I den vattenkemiska sammansättningen syns väl hur vattnet förändras genom landskapet och vilken effekt vår största sjö Vänern har på kvaliteten samt att det finns långtidstrender som i flera fall pekar i olika riktningar beroende på var i avrinningsområdet man befinner sig (figur 36).

Eventuellt så skulle hela temasidan även kunna inkludera hela vattnets kretslopp, vilket på ett illustrativt sett även skulle kunna få med grundvattnets roll. Några valda exempel med biologiska data skulle komplettera den kemiska utvecklingen över tid och rum. Exempelvis så skulle en eller ett par älvar i avrinningsområdet till vardera "havsbassäng" kunna väljas ut för att åskådliggöra skillnaderna mellan skogs- och fjällälvar, mellan påverkade vatten och mer opåverkade. I förekommande fall då större sjöar finns i systemet, så som för Norrström och Motala ström kan även i dessa fall sjöarnas påverkan på vattenkvaliteten illustreras. I de fall det även finns motsvarande undersökningar i de kustområden där älvarna utmynnar så kan dessa tjäna som exempel på hur förändringarna i vattenkvaliteten ser ut ända ut i havet.

Slutsatser

Tre närbesläktade olika naturgeografiska indelningar har undersökts för att se om någon av dessa skulle kunna vara användbar för att på ett mer rättvist sätt illustrera hur vattenkvaliteten varierar i olika delar av ett vattensystem enligt från-källa-till-hav-konceptet. Eftersom en hel del händer med vattenkvaliteten både naturligt och genom olika typer av påverkan under vattnets färd igenom ett vattensystem, så är det viktigt att detta kan fångas upp när vattenkvalitetens variationer både i tid och rum skall illustreras. Generellt sett kan sägas att samtliga tre indelningar fungerar på mycket likartat sätt, vilket inte är så konstigt då de baseras på åtminstone i viss mån gemensamma naturgeografiska fenomen och då framförallt trädgränsen och om ett specifikt område har legat över högsta kustlinjen eller ej. Den mest högupplösta indelningen, dvs de limniska ekoregionerna är den indelning som fungerar bäst i den absolut södra delen av landet, då den fångar upp skillnaderna mellan det småländska höglandet och mer låglänta områdena i regionen. Indelningen baserad på högsta kustlinjen ger däremot en mindre användbar indelning i denna del av landet, vilket beror på att även stora delar av de låglänta områdena i bland annat Skåne har legat över den högsta kustlinjen, vilket gör att denna indelning inte fungerar att särskilja på de olikheter som föreligger med avseende på vattenkvaliteten beroende på nuvarande höjd över havet. För övriga delar av landet så fungerar i de flesta fall samtliga tre metoder för att fånga upp de storskaliga naturgeografiska skillnaderna som påverkar vattenkvaliteten, eventuella skillnader förefaller snarast bero på vissa objekt i de enskilda fallen som påverkar analysen. De limniska ekoregionernas bättre hantering av vattensystemen i den södra delen av landet talar dock för att denna indelning är mest lämpad.

Även om datatillgången via datavärdskapet för sjöar och vattendrag aldrig har varit större, så är inte datatillgången jämnt fördelad över landet vare sig över tid eller i rummet. Eftersom tillgången på dataunderlag är sämre för tidiga år, men ökar kraftigt över tid och att den ojämna tillgången i detta arbete har visats ge oönskade effekter, så föreslås att endast utvalda stabila och representativa tidsserier väljs ut för att spegla vattenkvalitetens variationer i landet. För de mer omfattande olika vattenkemiska och -fysikaliska parametrarna föreslås en indelning baserad på, i dess största upplösning, huvudavrinningsområden och de limniska ekoregionerna. För kustområdena mellan dessa HARO:n föreslås en aggregering av samtliga mellanliggande kust-aro:n per "havsbassäng".

För de mindre omfattande biologiska parametrarna föreslås aningen samma upplägg som för vattenkemin, vilket i så fall skulle innebära en hel del områden som inte kommer att kunna uppvisa några tidsserier ("tomma celler" i gridda över landet) eller så bör indelningen endast omfatta "havsbassängerna" och de limniska ekoregionerna, dvs huvudavrinningsområdenas finare indelning utnyttjas inte på grund av den mindre tillgången på data.